

























48 11 506.485  
L96  
85994  
24

# ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS

NOVA SERIES

## LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT

NY FÖLJD

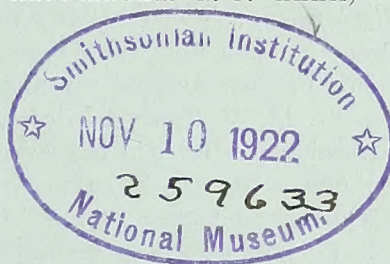
ANDRA AVDELNINGEN

MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNEN

XVII

1921

(K. FYSTIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XXXII)



LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ



Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 9—16.

Fysiografiska Sällskapets Handlingar. N. F. Bd 24—31.

**Bd 9** (FSH Bd 24. 1913). *Forssman, J.*, Bidrag till kännedom om uppkomsten af cystanjurar. — *Sjövall, E. & Frising, G.*, Den flegmonösa enteriten i duodenum och början av jejunum. — *Borelius, J.*, Om de anormala njurkärlets betydelse för uppkomst och utveckling af hydronefros. — *Fürst, C. M.*, Trepanerade svenska kranier från äldre tid. — *Thunberg, T.*, Undersökningar över autoxidabla substanser och autoxidabla system av fysiologiskt intresse. 3. — *Petrén, G.*, Studier öfver obturerande lungemboli som postoperativ dödsorsak. — *Overton, E.*, Studien über einige Wirkungen der Saponine. — *Petrén, K., Lewenhagen, K., Thorling, I.*, Über die Ergebnisse der internen Behandlung von Ulcus ventriculi (sive duodeni) mit Stauungsinsuffizienz. — *Bang, I.*, Ein Verfahren zur Mikrobestimmung von Blutbestandteilen. — *Essen-Möller, E.*, Bidrag till kännedom om den förtidiga placentaravlösningens patologi. — *Klercker, K. O. af*, Några iakttagelser af lokala flyktiga ödem. — *Ask, F.*, Über die Entwicklung der orbitalen Drüsen bei *Pygoscelis papua*. — *Ahlström, G.*, Fall av dermoidcysta i orbita. — *Broman, I.*, Über die Entstehung des Septum pericardiacoperitoneale, des Ligamentum falciforme hepatis und der Lebersegmentierung bei den Gymnophionen. — *Hadding, A.*, Undre dicellograptusskiffern i Skåne, jämte några därmed ekvivalenta bildningar. — Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. I. Die Atmung der gehirnlosen Aeschnalarven, von *H. Wallengren*. — Biologisch-faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. I. Pantopoda, Mysidacea und Decapoda, von *W. Björck*. — *Rydberg, J. R.*, Untersuchungen über das System der Grundstoffe. — *Simmons, H. G.*, A survey of the phytogeography of the Arctic American Archipelago.

**Bd 10** (FSH Bd 25. 1914). *Henie, H.*, The distribution of the stars to the eleventh magnitude. — *Ramberg, L.*, De båda isomera formerna av platoetyltioglykolat och deras derivat. — *Holmqvist, O.*, Variationen der Nn. mandibularis trigemini und mandibularis externus facialis bei *Gadus callarias* sowie ihre wahrscheinliche Bedeutung. — Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. II. Die Mechanik der Atembewegungen bei Aeschnalarven, von *H. Wallengren*. — *Johansson, B.*, Zur Kenntnis der Spinndrüsen der Araneina. — *Nilsson-Ehle, H.*, Spaltöffnungsstudien bei schwedischen Sumpfpflanzen. — *Holmqvist, O.*, Über die Zwischennehmen oder Myocommata in dem Musculus protractor hyoidei der Knochenfische. — Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. III. Die Atmung der Aeschnalarven, von *H. Wallengren*. — *Gertz, O.*, Om stamkrökningars orienterande inflytande på anläggningen af birötter. Studier öfver morphaesthesi. — *Åkesson, O. A.*, The motion and distribution of the sun-spots. — *Berglund, V.*, Studier öfver ansiktsprofilens förhållande till kranieprofilen. — *Paulson, E.*, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. — Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. IV. Über die Bedeutung der Luft des Elythralraums bei *Dytiscus*, von *Elsa Kreuger*.

**Bd 11** (FSH Bd 26. 1915). *Moberg, J. C.*, Om svenska silurcirripeder. — *Smith, L.*, Klorhydrinernas alkaliska sönderdelning. — *Murbeck, S.*, Über die Baumechanik bei Änderungen im Zahlenverhältnis der Blüte. — *Hadding, A.*, Der mittlere Dicellograptus-Schiefer auf Bornholm. — *Borelius, G.*, Undersökning av gränspotentialer. — *Hede, J. E.*, Skånes colonusskiffer. — Biologisk-faunistiska undersökningar av Öresund. II. Crustacea, Malacostraca och Pantopoda, av *W. Björck*. — *Murbeck, S.*, Zur Morphologie und Systematik der Gattung *Alchemilla*. — *Wicksell, S. D.*, The general characteristics of the frequency function of stellar movements as derived from the proper motions of the stars. — *Gyllenberg, W.*, Stellar velocity distribution as derived from observations in the line of sight. — Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. V. Die Zusammensetzung der Luft der grossen Tracheenstämme bei den Aeschnalarven, von *H. Wallengren*.

**Bd 12** (FSH Bd 27. 1916). *Heribert-Nilsson, N.*, Die Spaltungsercheinungen der *Oenothera lamarckiana*. — *Westerlund, A.*, Ljusretning och fotelektriskt svar i deras kvantitativa samband. — *Arwin, A.*, Über das Auflösen der Kongruenzen von dem dritten und vierten Grade nach einem Primzahlmodulus. — *Åkerman, Å.*, Studier över trådliska protoplasmabildningar i växtcellerna. — *Gertz, O.*, Anthocyan als mikrochemisches Reagenz. — *Murbeck, S.*, Über die Organisation, Biologie und verwandtschaftlichen Beziehungen der Neuradoideen. — *Westerlund, A.*, Om bärnstensyrans vitala oxidation. — *Johansson, H.*, Några enkla, alifatiska  $\beta$ -laktoner. — *Friman, E.*, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektren (L-Reihe) der Elemente. — Biologisch-faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. III. Zwei für unsere Fauna neue Polychæten, von *A. Eliason*. — *Åkesson, N.*, Über die Geschwindigkeitsverluste bei den langsamen Kathodenstrahlen und über deren selektive Absorption. — *Gertz, O.*, Untersuchungen über septierte Thyllen. — *Berglund, V.*, Studier öfver tuberkulos i lungorna hos barn i åldern 5—13 år. — *Petrén, G.*, Studier öfver de postoperativa cholemiska blödningarna och öfver blodkoagulationen vid ikterus.



ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS

NOVA SERIES

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT

NY FÖLJD

ANDRA AVDELNINGEN

MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNER

XVII

1921

(K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XXXII)



LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ



282

LUND 1921—22  
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI



ACTA REGIÆ SOCIETATIS PHYSIOGRAPHICÆ  
LUNDENSIS

---

KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND  
HANDLINGAR

NY FÖLJD

XXXII

1921

(LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. AVD. 2. BD 17.)

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ







## Innehåll:

1. MURBECK, SV., Beiträge zur Biologie der Wüstenpflanzen. II. Die Synaptospermie. Mit 6 Textfiguren. Sid. 1—53.
2. ARWIN, A., Die Kongruenzen  $(\lambda + 1)^p - \lambda^p - 1 \equiv 0 \pmod{p^v}$  und die Natur ihrer Lösungen. Sid. 1—38.
3. TROEDSSON, GUSTAF T., Bidrag till kännedom om Västergötlands yngsta ordovicium jämte ett försök till parallellisering av de ordovicisk-gotlandiska gränslagren i Sverige och N. Amerika. (With an English summary.) Sid. 1—18.
4. NAUMANN, EINAR, Spezielle Untersuchungen über die Ernährungsbiologie des tierischen Limnoplanktons. I. Über die Technik des Nahrungserwerbs bei den Cladoceren und ihre Bedeutung für die Biologie der Gewässertypen. Sid. 1—27.
5. NORDQVIST, HARALD, Studien über das Teichzooplankton. Mit einer Karte. Sid. 1—123.
6. HADDING, ASSAR, Röntgenographische Untersuchung von Feldspat. Mit einer Tafel. Sid. 1—26.
7. BRODÉN, T., Über verschiedene Gesichtspunkte bei der Grundlegung der mathematischen Analysis. Sid. 1—15.
8. NAUMANN, EINAR, Einige Grundlinien der regionalen Limnologie. Sid. 1—22.
9. MURBECK, SV., Sur quelques espèces nouvelles ou critiques des genres *Celsia* et *Onopordon*. Avec 4 planches et 3 figures dans le texte. Sid. 1—18.
10. THULIN, GUSTAV, Biologisch-faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. VI. Über *Cossura longocirrata* Webster und Benedict und über die Röhren von *Disoma multisetosum* Örsted. Mit 17 Textfiguren. Sid. 1—15.
11. GYLLENBERG, W., Meridianbeobachtungen von 391 hauptsächlich farbigen Sternen. Sid. 1—21.
12. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1920—1921.







LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 17. Nr 1.  
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 32. Nr 1.

---

BEITRÄGE

ZUR

# BIOLOGIE DER WÜSTENPFLANZEN

II

DIE SYNAPTOSPERMIE

VON

SV. MURBECK

---

MIT 6 TEXTFIGUREN



LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ



Der K. Physiographischen Gesellschaft am 25. Mai 1920 vorgelegt.

LUND 1920  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI



In einem bereits publizierten Teil dieser Arbeit<sup>1</sup> habe ich hervorgehoben, dass innerhalb des nordafrikanischen Wüstengebietes die Organisationsverhältnisse, welche das Ausstreuen der Samen und Früchte der Pflanzen befördern, keine so hervortretende Rolle spielen wie in Gegenden mit einer zusammenhängenden Vegetationsdecke.

Zahlreiche Pflanzenarten, welche die Sahara-Wüste und angrenzende dünn bewachsene Gebiete bewohnen, haben sogar Organisationsvorrichtungen aufzuweisen, die der Samenverbreitung, oder doch jedenfalls der Dissemination im Einzelnen, direkt entgegenwirken, indem Samen oder einsamige Früchte beim Abfallen portionsweise zusammengehalten werden und noch bei der Keimung fest mit einander verbunden sind. Diese früher nicht beachtete Erscheinung, welche ich Synaptospermie nenne, habe ich in ein paar früheren Arbeiten<sup>2</sup>, unter Angabe einiger Beispiele, in grösster Kürze charakterisiert.

Hier werde ich die Fälle von Synaptospermie, mit denen ich in der nordafrikanischen Flora Bekanntschaft gemacht habe, etwas eingehender behandeln und sie nach der verschiedenen Weise, in welcher die betreffende Erscheinung zustande kommt, gruppieren. Zugleich will ich durch einen Vergleich mit den Verhältnissen innerhalb gewisser anderer Florengebiete, besonders dem nordeuropäischen, erörtern zu suchen, in wie fern die Synaptospermie für die nordafrikanische Wüsten- und Steppenregion besonders charakteristisch ist, und schliesslich auch die Frage beleuchten, wie die Erscheinung von biologischem Gesichtspunkte aus zu beurteilen ist.

---

<sup>1</sup> SV. MURBECK: Beiträge z. Biologie d. Wüstenpflanzen. I. Vorkommen u. Bedeutung v. Schleimabsonderung aus Samenhüllen [Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 10 (1919)].

<sup>2</sup> — —: Om Neurada procumbens, dess organisation, biologi och släktskaper (Botaniska Notiser, Lund 1916, S. 44—47).

— —: Über d. Organisation, Biologie u. verwandtschaftlichen Beziehungen d. Neuradoideen [Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 12. Nr 6 (1916)].

---



## Beschreibung und Gruppierung verschiedener Typen der Synaptospermie.

Bei der Gruppierung der hier zu beschreibenden Fälle von Synaptospermie schien es mir am meisten angemessen, die morphologischen Verhältnisse als Einteilungsgrund zu wählen.

Es lassen sich dann in erster Reihe zwei Kategorien von Fällen unterscheiden, nämlich solche wo die verkoppelten Samen oder Karpelle einer und derselben Blüte angehören, und solche wo die betreffenden Einheiten verschiedenen, mit einander vereinten und zusammen abfallenden Blüten entstammen.

### 1. Die verkoppelten Samen oder Karpelle gehören einer und derselben Blüte an.

Innerhalb dieser Gruppe kann man zwei Untergruppen unterscheiden, von denen die eine solche Fälle umfasst, wo die verkoppelten Samen ein und demselben Karpid angehören, die zweite solche, wo von verschiedenen Karpiden herührende Samen in irgend einer Weise mit einander vereint auftreten.

#### A. Die verkoppelten Samen gehören einem und demselben Karpid an.

Zu dieser Untergruppe, welche die einfachsten Fälle umfasst, gehören teils verschiedene Leguminosen (wahrscheinlich noch mehr als die hier erwähnten), also Pflanzenformen, deren Blüte überhaupt nur ein einziges Karpid enthält, teils ein paar Repräsentanten der Boraginaceen- und Zygophyllaceen-Familien (*Cerinthe* und *Tribulus*), bei welchen die zwei-, bez. mehrsamigen Karpide in Zwei- oder Mehrzahl vorhanden sind, sich aber bei der Fruchtreife von einander trennen. — Bei sämtlichen hierher gehörenden Formen kommt die Synaptospermie ganz einfach dadurch zustande, dass das Karpid indehiscent ist und die Samen noch bei der Keimung umschliesst. Diese sind zuweilen nur zwei an der Zahl, öfters aber recht zahlreich. — Die Abtrennung der Samenportion von der Mutterpflanze geschieht bei *Cerinthe* und *Tribulus* sowie bei gewissen Leguminosen (z. B. *Onobrychis*) da-



durch, dass sich das Karpid von seiner Befestigung am Boden der Blüte ablöst, bei anderen (z. B. *Medicago* und *Hippocrepis*) in der Weise, dass die ganze Blüte infolge einer am Grunde des Blütenstiels entstandenen Artikulation abfällt; bei gewissen mit grosser und schwerer Frucht ausgerüsteten Leguminosen (z. B. *Prosopis*) fällt diese dadurch ab, dass der Stiel zuletzt bricht.

### *Onobrychis Crista galli* (L.) LAM.

Die ausgebildete Frucht von *O. viciifolia* Scop. (= *O. sativa* LAM.) enthält bekanntlich nur einen einzigen Samen, und dasselbe scheint bei allen übrigen europäischen *Euonobrychis*-Arten der Fall zu sein. Bei der in Nordafrika, Palästina u. s. w. vorkommenden *O. Crista galli*, deren Verbreitungsgebiet zuweilen auch in die Wüstenregion reicht, ist dagegen die Frucht (Fig. I, 1) in der Regel mehrsamig. Bei einer Anzahl von untersuchten Früchten habe ich also gefunden, dass 30 % zwei und 60 % drei Samen enthalten. Dessen ungeachtet bleibt die Frucht, welche sich bei der Reife von ihrer Befestigung im Boden des Kelchbechers ablöst, ungeöffnet wie bei den übrigen Arten der Gattung; 2—3 Samen bleiben also stets mit einander verkoppelt. — Die Keimung geschieht in der Weise, dass die Radicula durch eine sehr dünne Stelle der sonst dicken Karpidenwand in der Nähe der Bauchnaht herausdringt, während das Hypocotyl mit den Keimblättern am Mittelnerv des Karpids hervorbricht. Infolgedessen bleibt die Frucht andauernd um den Wurzelgrund einer daraus aufgewachsenen Pflanze sitzen, wie es auch bei anderen annuellen Arten dieser Gattung der Fall ist. — In Übereinstimmung damit, dass die Frucht von *O. Crista galli* gewöhnlich 2—3 Samen enthält, findet man oft, dass zwei oder zuweilen drei Pflanzen aus einer um die Wurzelhäuse sitzen gebliebenen Frucht aufgewachsen sind. Das im Botanischen Museum in Lund befindliche Material zeigt 4 Fälle dieser Erscheinung. In sämtlichen Fällen befand sich jedoch nur das eine Individuum in blühendem Stadium; das andere Individuum, welches bloss durch die Wurzel und die halb vermoderte Basalpartie des Stengels vertreten war, hatte offenbar in einem vorbergehenden Jahre gekeimt und geblüht. Algerisches Material, eingesammelt von A. FAURE bei Carteaux (Env. d'Oran; Hb. Mus. Lund) zeigt eine Frucht, aus der nicht weniger als drei Pflanzen, mindestens zwei verschiedenen Jahren angehörend, aufgewachsen sind.

In ähnlicher Weise verhält sich die sehr nahestehende *O. Gaertneriana* Boiss. Algerisches Material im hiesigen Museum (Santa Cruz près d'Oran, leg. A. FAURE) zeigt eine Frucht, aus der in demselben Jahre zwei blühende Individuen aufgewachsen sind.

Auch bei der in den steppenartigen Gebieten Nordwest-Afrikas vorkommenden, der Gruppe *Hymenobrychideae* angehörenden *O. venosa* Desf. enthält die Frucht (Fig. I, 2), gleichwie bei verschiedenen orientalischen Arten derselben Gruppe, in der Regel zwei Samen, welche beständig in der Frucht eingeschlossen bleiben und daher einander bis zur Keimung folgen.



**Biserrula Pelecinus L.**

Bei dieser an beiden Seiten des Mittelmeeres vorkommenden Pflanze löst sich die Frucht, ebenso wie bei *Onobrychis*, gleich nach der Reife von ihrem Befestigungspunkt am Boden des Kelchbechers ab. Die Frucht (Fig. I, 3) ist bekanntlich von oben und unten, d. h. an der Rücken- und Bauchnaht, stark zusammengedrückt und durch eine niedrige Zwischenwand, welche die Nähte mit einander verbindet, der Länge nach in zwei meistens 6—12-samige Fächer geteilt. Die Klappen, welche mit zahnförmigen Auswüchsen jedem Samen gegenüber versehen sind, nehmen folglich die Gestalt eines sehr schmalen und tiefen Bootes an. Obgleich die Frucht dem soeben Erwähnten zufolge 12—24 Samen enthält, bleibt sie doch beim Abfallen ungeöffnet. Beim Durchtränken mit Wasser reißt sie zwar bald in der Bauchnaht auf, aber die hierbei entstandene Spalte, die sich bei Austrocknung wieder schliesst, scheint nicht hinreichend weit zu sein, um den Samen vor der Keimung Austritt zu erlauben. Jedenfalls bleiben diese in verhältnismässig grossen Portionen zusammengehalten, bis die abgefallene Frucht bei eintretendem Niederschlag durchtränkt worden ist. — Den Verlauf der Keimung habe ich nicht untersuchen können, wahrscheinlich müssen aber sowohl die Keimblätter als die Radicula durch die Spalte zwischen den Fruchtklappen hervortreten; ich habe nämlich nie die Frucht um den Wurzelgrund erwachsener Pflanzen sitzen gesehen.

**Medicago laciniata ALL.**

Diese Pflanze, welche in den wüsten- und steppenartigen Gebieten Nord-Afrikas allgemein verbreitet ist, besitzt Früchte, die gleich nach der Reife mittels einer Artikulation am Grunde des kurzen Blütenstieles abfallen. Die Frucht (Fig. I, 9), welche 4—6-mal dicht spiralförmig gedreht ist, ist kugelförmig, etwas grösser als eine Erbse und mit langen, nach allen Seiten gerade abstehenden und an der Spitze fein hakenförmig gebogenen Stacheln besetzt. Obgleich sie in der Regel 6—9 wohl entwickelte Samen enthält, bleibt sie, ebenso wie bei den übrigen Repräsentanten der artenreichen Gruppe *Spirocarpos* Boiss., stets ungeöffnet. Sämtliche Samen werden also noch bei der Keimung zusammengehalten. — Diese verläuft in der Weise, dass die Radicula durch eine schwache Stelle der Fruchtwand hervordringt, während das Hypocotyl mit den Keimblättern eine andere solche Stelle durchbricht. Infolgedessen bleibt die Frucht um den Wurzelgrund der daraus erwachsenen Pflanze sitzen, und da die Frucht mehrsamig ist, findet man sie oft in erwähnter Weise von zwei oder mehreren Individuen angehörenden Pfahlwurzeln durchbohrt. Unter Material, das ich 1896 bei Gabes im südlichen Tunesien eingesammelt, findet sich also eine Frucht, aus der vier Individuen aufgewachsen sind. Nur eins von diesen befindet sich in Blüte. Die drei übrigen sind durch dunkel gefärbte Pfahlwurzeln und Basalteile halbvermoderter Stengel vertreten; diese waren also in einem früheren Jahre zur Entwicklung gekommen. Ein anderes zur gleichen Zeit eingesammeltes Exemplar zeigt die Mutterfrucht von drei Pfahl-





Fig. I.

1. *Onobrychis Crista galli*. — 2. *O. venosa*. — 3. *Biserrula Pelecinus*. — 4. *Hymenocarpus nummularius*. — 5. *Hippocrepis cyclocarpa*. — 6. *H. bicontorta*. — 7. *Scorpiurus sulcatus*. — 8. *S. vermiculatus*. — 9. *Medicago laciniata*. — 10. *M. Echinus*. — 11. *Alhagi Camelorum*. — 12. *Cerinthe major*. — 13. *Tribulus terrestris*. — 14. *Zygophyllum cornutum*. — 15. *Zilla macroptera*. — 16. *Lonchophora*. — 17. *Enarthrocarpus clavatus*. — 18. *E. strangulatus*. — 19. *Neurada*. — 20. *Circaea lutetiana*. — 21. *Agrimonia odorata*. — Vergröss.  $\frac{3}{2}$ .



wurzeln durchbohrt, von denen bloss eine einem blühenden Individuum angehört; die beiden übrigen befinden sich, gleichwie die entsprechenden Stengelbasen, in so verschiedenen Stadien der Verwesung, dass sie offenbar aus verschiedenen Jahren stammen. Die Wurzel der zuerst, wahrscheinlich 1894, entwickelten Pflanze hat somit, neben der stacheligen und gegen Verwesung recht resistenten Mutterfrucht, als ein Verankerungsorgan für die Samen fungiert, welche in den zwei darauf folgenden Jahren zur Keimung gelangt sind. Spätere Beobachtungen in der Gegend von Biskra (im Dezember 1907) haben gezeigt, dass dieses Verhältnis bei der betreffenden Pflanze eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist.

Innerhalb der nordwest-afrikanischen Flora kommen nicht weniger als 25 andere Spezies der Gruppe *Spirocarpos* vor, und von diesen sind mehrere bis in die Wüstenregion hinein verbreitet. Bei sämtlichen fällt die Frucht ungeöffnet ab (die Fig. I, 10 stellt eine solche von *M. Echinus* Dc. dar), obgleich sie stets mehrere, zuweilen eine beträchtliche Anzahl von Samen enthält, z. B. bei *M. orbicularis* ALL. meistens etwa 15. Auch bei diesen Arten, unter denen auffallenderweise sich auch eine skandinavische Spezies, die an einigen Orten im südlichen Schweden auftretende *M. minima* DESR., befindet, trifft es ebenfalls recht oft ein, dass mehrere Pflanzen aus derselben Frucht erwachsen. An Herbarmaterial im Botanischen Museum zu Lund habe ich 7 Fälle dieser Erscheinung bei *M. minima* konstatiert (in dem einen Falle 3 gleichzeitig entwickelte Tochterindividuen), 4 Fälle bei *M. Gerardi* W. & K. (3, bez. 2 gleichzeitige Tochterindividuen), 2 Fälle bei *M. disciformis* Dc. (2 gleichzeitige Tochterindividuen) und 1 Fall bei *M. arabica* ALL. (4 gleichzeitige Tochterindividuen).

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Arten der Gattung *Medicago*, welche am weitesten nordwärts verbreitet sind, entweder einsamige Früchte haben, wie *M. lupulina* L., oder auch Schoten, die sich vor dem Abfallen öffnen, wie *M. falcata* L.

### *Hymenocarpus circinnatus* (L.) SAVI.

Bei dieser an beiden Seiten des Mittelmeeres und im Orient vorkommenden Pflanze ist die Frucht (Fig. I, 4) bekanntlich von den Seiten stark zusammengedrückt und kreisförmig aufwärts gebogen, so dass die Bauchnaht, welche folglich sehr kurz wird, ein enges Loch im Zentrum der scheibenförmigen Frucht begrenzt, während der Rückensaum der Peripherie der Frucht entlang läuft. Bei der Reife fällt die Frucht mittels einer Artikulation am Grunde des kurzen Fruchtstiels ab, und obgleich sie regelmässig zwei wohlentwickelte Samen enthält, bleibt sie bis zum Eintritt der Keimung ungeöffnet. Diese geht so von statten, dass sich die Radicula durch die Gewebe der Bauchnaht Weg bahnt, während die oberirdischen Teile der Keimpflanze durch eine Spalte in der geöffneten Rückennaht hervortreten. Ein Teil des Hypocotyls der Keimpflanze bleibt folglich stets in der Frucht eingeschlossen, und in Übereinstimmung hiermit findet man oft, besonders bei weniger üppigen Individuen, dass die Mutterfrucht um den Wurzelgrund sitzen geblieben sei.

Ganz dasselbe Verhältnis zeigt der nahestehende, in Cyrenaica, Ägypten und Persien vorkommende *H. nummularius* (DC.) Boiss.

### *Hippocrepis bicontorta* LOISL.

Diese einjährige, in der nordafrikanischen Wüstenregion und in Arabien vorkommende Art besitzt eine 6—10-samige Frucht (Fig. I, 6), welche sich bei der Reife weder öffnet noch in Glieder zerfällt sondern mittelst einer am Grunde des kurzen Blütenstieles entstandenen Artikulation abfällt. Bei der Keimung macht die Radicula ein spaltenförmiges Loch in die Fruchtwand und dringt in die Erde ein; nachdem sie da hinreichende Befestigung gefunden und das lange Hypocotyl angefangen hat sich aufzurichten, werden auch die Keimblätter durch die erwähnte Öffnung herausgezogen. Die Keimpflanzen befreien sich also vollständig von der Frucht, welche deshalb nie um den Wurzelgrund sitzen bleibt.

Demselben Verhältnis begegnet man nicht bloss bei der in der Wüstenregion Nordost-Afrikas (von Tunesien bis Ägypten) vorkommenden *H. cyclocarpa* MURB. (Fig. I, 5), sondern ebenfalls bei den auch im nördlichen Teil der Mittelmeerregion verbreiteten *H. ciliata* WILLD., *H. multisiliquosa* L. und *H. unisiliquosa* L. Bei den Früchten dieser letzteren Arten bemerkt man jedoch zuweilen eine Tendenz zum Zerfallen in Glieder, und noch öfter scheint dies bei gewissen perennen Arten der Gattung der Fall zu sein, z. B. bei der auch im mittleren Europa verbreiteten *H. comosa* L.

### *Scorpiurus* L.

Bei den Arten dieser Gattung, welche alle mediterran sind, und von denen *S. sulcatus* L. auch in der Wüstenregion auftritt, verbleibt die Frucht ungeöffnet, obgleich sie immer eine Mehrzahl Samen, meistens 3—7, enthält. Die Glieder, in die sie abgeteilt ist, lösen sich auch nicht von einander ab. Die vollreife Frucht fällt dadurch ab, dass der Blütenstiel am Grunde artikulierte ist. — Die Keimung, die ich bei *S. sulcatus* untersucht habe, wird dadurch eingeleitet, dass die Radicula durch eine schwache Stelle in einer der Furchen der Fruchtwand herausdringt. Da die von Erde bedeckte Frucht (Fig. I, 7) durch ihre Grösse und ihre stacheligen Windungen meistens fest verankert ist, kann das auswachsende Hypocotyl gewöhnlich ohne Schwierigkeit die Keimblätter durch dieselbe Öffnung herausziehen. Zuweilen kommt es aber vor, dass das Knie des stark gebogenen Hypocotyls an einer anderen Stelle der Frucht heraustritt, und diese kann also von der jungen Keimpflanze durchbohrt sein. Während der fortgesetzten Entwicklung der letzteren wird jedoch die Fruchtwand zerfetzt, indem sie zwischen zwei Gliedern der Frucht berstet, und ehe das erste Laubblatt zum Vorschein kommt, hat sich deshalb die junge Pflanze auch in diesem Falle ganz, u. zw. nicht nur von der Samenschale sondern auch von der umgebenden Fruchtwand, zu befreien vermocht. Die Mutterfrucht bleibt deshalb nie um den Wurzelgrund blühender Individuen sitzen.



**Alhagi Camelorum FISC.**

Bei dieser in Nord-Afrika nicht vorkommenden, in den steppen- und wüstenartigen Gebieten des Orients aber verbreiteten Leguminose enthält die Frucht (Fig. I, 11) gewöhnlich 3—7 wohlentwickelte Samen, bleibt aber trotzdem ungeöffnet und zerfällt auch nicht in Glieder. Die Früchte bleiben lange an den Zweigen sitzen; die schliessliche Abtrennung derselben dürfte somit dadurch geschehen, dass entweder der Blütenstiel oder der eigene Stiel der Hülse abbricht.

In ähnlicher Weise verhalten sich andere Arten und Formen der Gattung, besonders die auch in Nordost-Afrika auftretende *A. Maurorum* Dc., bei der jedoch die Frucht, nach dem mir zugänglichen Material zu urteilen, gewöhnlich nur 2—4 Samen enthält.

**Prosopis Stephaniana (WILLD.) KUNTH.**

Eine niedrige, halbstrauchartige Mimosee, welche in Nordost-Afrika, Palästina und den angrenzenden Teilen des Orients vorkommt. Die Frucht, welche ebenso wie bei *Alhagi* sitzen zu bleiben scheint, bis ein Bruch am Stiel eintritt, ist fingerdick, 3—4 cm. lang und mit einem reichlichen, aber trocknen und schwammigen Endocarpium versehen. Sie enthält mehrere Samen, oft mehr als ein Dutzend, bleibt aber dennoch ungeöffnet. Die platten, 5—6 mm. langen Samen sind steinhart.

Bei der in der Mittelmeerregion verbreiteten *Ceratonia Siliqua* L. ist die Frucht bekanntlich ebenfalls mehrsamig und indehiscent. TAUBERT (ENGLER & PRANTL, Natürl. Pflanzenfam., III. 3, p. 96) gibt an, dass nicht nur die Früchte von *Ceratonia* sondern auch die gewisser *Prosopis*-Arten gern von grösseren Tieren gefressen werden, und dass die steinharten Samen dabei unbeschädigt den Kauapparat und den Darmkanal passieren.

**Cerintho L.**

Diese Gattung, welche in Nord-Afrika durch *C. gymnandra* GASP. (s. lat.) und *C. major* L. (Fig. I, 12) vertreten ist und die sonst der Mittelmeerregion und Central-Europa angehört, unterscheidet sich bekanntlich von der Mehrzahl der übrigen Boraginaceen dadurch, dass die Frucht nicht in 4, sondern bloss in 2 Teilfrüchte zerfällt, welche dann aber 2-räumig und 2-samig sind. Diese Teilfrüchte, die eine knochenharte Wand besitzen, lösen sich gleich nach der Reife von ihrer Befestigung im Boden des Blütenkelches ab und fallen zur Erde ohne sich zu öffnen. Wenn beide Samen voll entwickelt sind (nicht selten verkümmert der eine), folgen sie einander also bis zur Keimung. — Beobachtungen an *C. major* zufolge wird der Keimungsprozess dadurch eingeleitet, dass die schwellenden Keime die Wand der Teilfrucht in der Weise sprengen, dass an der Spitze der Frucht drei Spalten entstehen, von denen eine der Bauchnaht entlang läuft, während die beiden anderen an den Seiten der Frucht herablaufen. Durch die so entstandenen Öffnungen an der Spitze der Teilfrucht schicken die Keime ihre Radicula in den Boden hinunter, und nachdem die erwähnten Spalten den Grund der Frucht erreicht, löst sich bald

die ganze ventrale Partie der Fruchtwand in Form von zwei Klappen ab. Die kräftigen Keimblätter erhalten dadurch unbehinderten Austritt, und man findet folglich nie die Frucht um die dicht aneinander gedrückten Keimlinge sitzen geblieben.

### **Tribulus terrestris L.**

Bei dieser an beiden Seiten des Mittelmeeres sowie im Orient und in Südafrika verbreiteten Pflanze besteht die Frucht bekanntlich aus 5 knochenharten, auf der Rückenseite mit groben Stacheln ausgerüsteten Teilfrüchten (Fig. I, 13; Fig. II, 1 & 2), welche sich bei der Reife von einander lösen. Diese Teilfrüchte sind durch horizontale Querwände in 2—5 übereinander liegende Fächer geteilt, und in jedem Fach findet sich ein wohlentwickelter Same (Fig. II, 3). Nichts desto weniger fallen die Teilfrüchte ungeöffnet ab. — An dem Material, das im Frühjahr 1919 im Botanischen Garten zu Lund ausgesät wurde, verlief die Keimung folgendermassen: nachdem die Teilfrucht ein paar Wochen in der Erde gelegen hatte, entstand in ihrer Bauchnaht eine Spalte, die jedoch auf die Spitze des Karpids begrenzt war und sich folglich mitten vor dem Samen befand, der das apicale Fach der Teilfrucht einnahm. Durch diese Spalte trat nicht bloss die Radicula sondern auch das am Grunde verdickte Hypocotyl hervor. Nachdem die Radicula durch die Wurzelhaare Befestigung im Boden erreicht hatte, wurden, dank der festen Verankerung der Teilfrucht, welche durch deren Stacheln zustande gebracht wurde, auch die Cotyledonen durch dieselbe Spalte hervorgezogen; die Mutterfrucht wird deshalb nie, wie z. B. bei *Onobrychis* und *Medicago*, um die Wurzel der Tochterpflanze sitzend gefunden. — An dem untersuchten Fruchtmaterial, das nur einige Wochen in der Erde gelegen, hatten sich die Teilfrüchte, wie erwähnt, bloss im apicalen Teil geöffnet, so dass nur der oberste Same sich zu einer neuen Pflanze entwickelt hatte. In sämtlichen untersuchten Fällen waren jedoch auch die übrigen Samen noch Ende August mit einem anscheinend ganz lebenskräftigen Keim versehen, und es ist deshalb sehr wahrscheinlich, dass diese Samen als Reserve für ein folgendes Jahr liegen bleiben sollten, und dass sich das Karpid dann mitten vor einem der ihnen entsprechenden Fächer geöffnet haben würde.

Mehrsamige und beim Abfallen ungeöffnete Teilfrüchte kommen auch bei anderen Arten der Gattung vor, z. B. bei dem in Ägypten und Palästina auftretenden *T. alatus* DEL.

### **B. Die verkoppelten Samen gehören verschiedenen Karpiden an.**

Innerhalb dieser Untergruppe kann die Synaptospermie in mehreren verschiedenen Weisen zustande kommen. Die einfachste und vielleicht gewöhnlichste ist, dass die Karpiden zu einer einzigen oberständigen und indehiscenten Frucht verwachsen; die Hülle um die Samenportion besteht in solchen Fällen ausschliesslich aus den Karpidwänden, z. B. bei gewissen *Cruciferae*, *Zygophyllaceae* und *Rhamnaceae*.



In anderen Fällen, wie bei *Neurada*, *Tetragonia* u. s. w., ist das Gynaeceum gleichfalls als ein Syncarpium ausgebildet, welches jedoch unterständig ist; an der gemeinsamen Hülle um die Samen ist folglich auch das mit den Karpidwänden verwachsene Hypanthium beteiligt. In wieder anderen Fällen, wie bei gewissen *Labiateae*, wo die Frucht bei der Reife in vier Klausen zerfällt, bleiben diese in dem abfallenden Fruchtkelch eingeschlossen. Schliesslich kann Synaptospermie auch dadurch entstehen, dass Karpelle, die sowohl untereinander wie vom Hypanthium frei

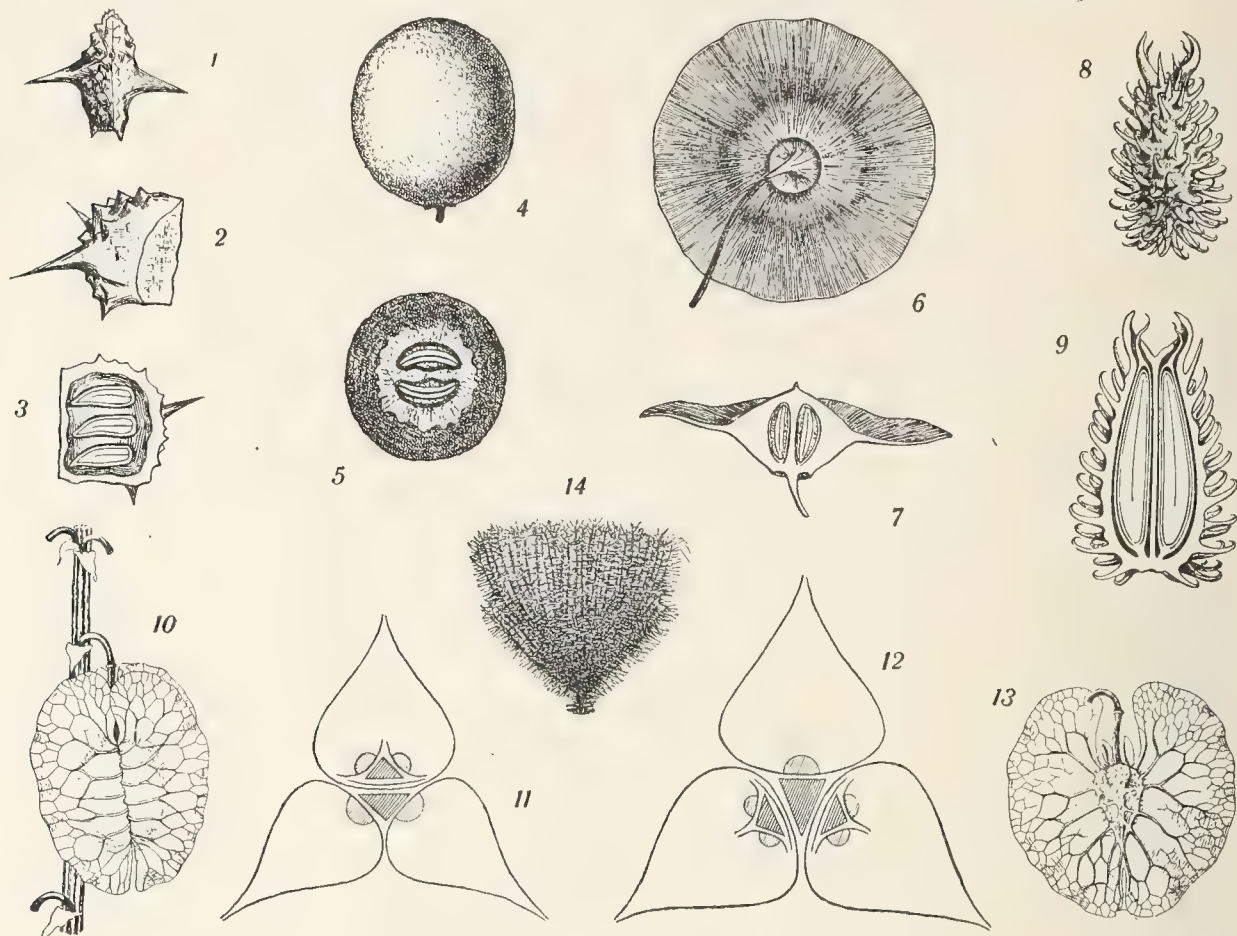


Fig II.

1—3. *Tribulus terrestris*. — 4, 5. *Zizyphus Spina-Christi*. — 6, 7. *Paliurus australis*. — 8, 9. *Xanthium orientale*. — 10—13. *Rumex vesicarius*. — 14. *Gaillonia Reboudiana*. — Vergröss.  $\frac{3}{2}$ .

sind, zusammen von diesem umschlossen werden, wenn es sich bei der Fruchtreife von seiner Befestigung ablöst, wie bei *Poterium*. — Vier verschiedene Typen lassen sich also unterscheiden.

1. Karpide zu einer einzigen, oberständigen und ungeöffneten Frucht vereint.

Die Zahl der in die Frucht eingehenden Karpide ist meistens bloss 2, zuweilen jedoch 3 oder in einzelnen Fällen 5, wie bei *Zygophyllum*. Jedes Karpid beherbergt gewöhnlich nur einen einzigen Samen, bei *Zygophyllum* und den Cruciferen-Gattungen *Lonchophora* und *Enarthrocarpus* jedoch meistens mehrere. Die Zahl

der verkoppelten Samen kann somit zwischen 2 und etwa 10 wechseln. Das Losmachen der Samenportion von der Mutterpflanze tritt bei einer Anzahl hierhergehörender Formen dadurch ein, dass sich die Frucht gleich nach der Reife von ihrer Befestigung im Boden der Blüte ablöst, wie bei *Sarcocapnos* und *Zygophyllum*, bei anderen dadurch, dass der Blütenstiel entweder am Grunde artikuliert ist, wie bei *Lonchophora* und *Rochelia*, oder infolge seiner Sprödigkeit leicht bricht (*Vitex* und *Paliurus*); bei *Enarthrocarpus* schliesslich löst sich die mehrsamige Stylerpartie der Frucht mittels einer zwischen dieser und der sterilen oder wenigsamigen Valvarpartie entstehenden Artikulation los. — Die Gattung *Paliurus* bildet durch ihre halb unterständige Frucht einen Übergang zum folgenden Typus.

### ***Zygophyllum cornutum* Coss.**

Zum Unterschied von dem vorher besprochenen Vertreter der Familie *Zygophyllaceae*, nämlich *Tribulus*, zerfällt die Frucht von *Zygophyllum* nicht in Teilfrüchte, sondern löst sich als Ganzes unter Zurücklassung einer zentralen Säule los. Die hier in Rede stehende Art, welche in der algerischen und tunesischen Sahara vorkommt, unterscheidet sich von *Z. album* L., mit dem sie sonst fast übereinstimmt, dadurch, dass sich die 5 Karpide, aus denen die Frucht zusammengesetzt ist, oben in bogig auswärtsgekrümmte Hörner verlängern, welche die gleiche Länge wie der übrige Teil der Frucht erreichen können (Fig. I, 14). Jedes Karpid enthält mehrere Samen, und da sich die Plazenten bis in die Hörner hinauf fortsetzen, ist ein Teil der Samen in diesen eingeschlossen. Wenn die Frucht bei der Reife abfällt, lösen sich die Karpide bloss in ihrem untersten Teil von einander ab, weshalb nur die basal inserierten Samen herausfallen. Die Samen, welche sich in der oberen Hälfte der Frucht und in den hörnerähnlichen Auswüchsen befinden, bleiben hingegen daselbst eingeschlossen. Hervorgehoben mag auch werden, dass sich die zwischen den Karpiden befindlichen Spalten bei Zutritt von Feuchtigkeit nicht erweitern, wie das bei verschiedenen Wüstenpflanzen der Fall ist, sondern im Gegenteil verschlossen werden. Bei dieser Art müssen also immer Samen in grösserer Anzahl einander folgen. — Bei *Z. album*, bei dem sich die Karpide im oberen Teil bloss zu niedrigen Höckern erheben, fallen dagegen wenigstens die meisten Samen heraus, wenn sich die Frucht bei trockenem Wetter in ihrer unteren Hälfte öffnet und abfällt.

### ***Sarcocapnos crassifolius* (Desf.) Dc.**

Bei dieser auf das westliche Algerien beschränkten und auf feuchten Felsen und in Felsspalten auftretenden Fumariacee enthält die Frucht, die gleich bei der Reife von ihrer Befestigung am Boden der Blüte abfällt, konstant zwei Samen (übereinander gestellt und von je einem Karpid ausgehend), bleibt aber dennoch ungeöffnet.

In gleicher Weise verhält es sich bei dem in Marocko, auf der Pyrenäischen Halbinsel und in Süd-Frankreich vorkommenden *S. enneaphyllus* Dc. (Fig. III, 1)



sowie bei den auf Süd-Spanien beschränkten *S. baeticus* (B. & R.) NYM. und *S. speciosus* BOISS.

### **Zilla macroptera** COSS. & KRAL.

Eine strauchartige, sparrige, stark dornige und fast blattlose Crucifere aus dem westlichen Teil der Sahara-Wüste. Die Frucht (Fig. I, 15), welche dadurch eine rundlich kubische Gestalt erhält, dass die Ränder der Klappen in kräftige knorpelige Flügelleisten auslaufen, fällt mit dem kurzen Blütenstiel gleich nach der Reife ab, und zwar ohne sich zu öffnen, obwohl sie zweifächerig ist und in jedem Fach einen wohlausgebildeten Samen enthält. Das Endocarpium sowohl wie die Zwischenwand sind verholzt, und die Frucht verhält sich also wie eine zweisamige Nuss. — Selbst nach einer Aufweichung während acht Tagen habe ich keine Tendenz der Klappen sich abzulösen bemerkt.

In ähnlicher Weise verhält sich die mit ungeflügelten Früchten versehene, im östlichen Teil der Sahara-Wüste und in Palästina vorkommende *Z. spinosa* (L.) PRANTL. (= *Z. myagroides* FORSK.).

### **Lonchophora Capiomontiana** DR.

Eine einjährige Crucifere, welche auf die algerische und tunesische Sahara beschränkt ist. Die Frucht (Fig. I, 16), welche die Form eines Schiffsankers besitzt, indem die beiden Fächer an ihrem Grunde in lange, auswärts und aufwärts gebogene Hörner ausgezogen sind, während zwei Auswüchse von der Griffelbasis oft eine kreuzweise zu den erwähnten Hörnern stehende, kurze Ankerstange bilden, fällt gleich nach der Reife mittels einer Artikulation am Grunde des kaum 1 mm. langen Blütenstieles ab. Obgleich die Frucht 6—10 Samen enthält, ist sie beim Abfallen immer ungeöffnet. — Die Fruchtklappen sind dick und sehr fest, fast verholzt. Nach Aufweichung in Wasser während ein paar Tagen fingen sie bei einigen Früchten an, sich an der Spitze von der Scheidewand der Frucht abzulösen, jedoch nicht genug um die Samen herauszulassen; bei anderen, ebenfalls vollreifen Früchten trat aber keine solche Ablösung ein, selbst nicht nach einer Aufweichung während 10—12 Tagen. Auch bei den zuerst erwähnten Früchten war die Ablösung der Klappen während dieser Zeit nicht weiter fortgeschritten. Nach COSSON (Compend. Fl. atlant., Vol. II, p. 109) sollen sich jedoch die Klappen ablösen, nachdem die Frucht von Erde bedeckt worden ist: »Siliquae integrae a ramis deciduae et valvis cohaerentibus in terra tantum solutis«. Jedenfalls machen sich die Klappen erst bei eintretender Keimung los, und bis dahin bleiben also die Samen mit einander verkoppelt.

### **Enarthrocarpus clavatus** DEL.

Eine einjährige Crucifere, welche der Wüstenregion Nordwest-Afrikas und den angrenzenden Hochebenen angehört. Die Frucht (Fig. I, 17) besteht aus zwei Par-

ten, von denen die untere, die Valvarpartie, ganz kurz und in der Regel steril ist, während die obere, die Stylarpartie, wurstartig verlängert ist und meistens 2—4 über einander gestellte Samen enthält. Mittelst einer Artikulation an ihrem Grunde macht sich die Stylarpartie bei der Reife los, u. zw. ohne sich zu öffnen und ohne sich in die einsamigen Glieder, aus denen sie besteht, zu zerteilen. Ein spontanes Zerfallen in Glieder dürfte nicht eintreffen, ehe das Exocarpium aufgelöst oder verwest ist, und zu dieser Zeit ist die Stylarpartie gewöhnlich schon an der Unterlage verankert. Eine solche Verankerung kommt nämlich leicht dadurch zustande, dass die Zweige nebst den Früchten auf dem Boden ausgebreitet liegen, und dadurch dass bei eintreffendem Niederschlag lehmiger Schlamm und Sandpartikel in der Behaarung der letzteren hängen bleiben. Tatsächlich beobachtet man oft, dass nach einem Regen die Stylarpartie der Früchte in dieser Weise verankert worden ist, ehe sie sich noch vom Valvarteil abgelöst hat.

Bei den im nordöstlichen Teil der Sahara-Wüste vorkommenden Arten *E. arcuatus* LAB. und *E. pterocarpus* (PERS.) DC. löst sich ebenfalls die Stylarpartie, welche hier noch mehr Samen als bei *E. clavatus* enthält, von dem sterilen oder einsamigen Valvarteil ab, ohne sich zu öffnen oder in Glieder zu zerfallen. — Dies ist auch bei dem innerhalb desselben Gebietes vorkommenden *E. strangulatus* Boiss. (Fig. I, 18), bei welchem die Valvarpartie oft 2—3 Samen enthält, der Fall. Auch diese Partie bleibt stets ungeöffnet aber am Zweige festsitzend, und die darin eingeschlossenen Samen dürften nicht herauskommen, ehe die Mutterpflanze verwest.

Bei dem in Ägypten auftretenden *E. lyratus* (FORSK.) DC., bei dem sich der Valvarteil der Frucht wie bei *E. strangulatus* verhält, zerfällt dagegen der mehrsamige Stylarteil ziemlich leicht in einsamige Glieder, ebenso wie bei *Raphanus Raphanistrum* L., und bei dem auf die algerische Sahara beschränkten *E. Chevallieri* BARR. (= *Eremophyton Chevallieri* BEGUINOT), dessen Valvarpartie immer steril ist, enthält der abfallende Stylarteil stets bloss einen einzigen Samen.

### *Rochelia stellulata* RCHB.

Eine einjährige Boraginee, die in den steppenartigen Gebieten der Mittelmeerregion und des Orients verbreitet ist. Bei der Fruchtreife fallen die Blüten mittelst einer am Grunde des Stieles befindlichen Artikulation ab (Fig. III, 2). Die Frucht besteht bloss aus zwei Teilfrüchten, welche zum Unterschied von der früher besprochenen Gattung *Cerithe* immer nur je einen einzigen Samen enthalten. Die Teilfrüchte sind jedoch hier dem säulenförmigen Stempelpolster vollständig angewachsen. Sie lösen sich also nie ab, sondern folgen dem Fruchtkelch, wenn dieser von dem Winde herumgerollt oder auf epizoischem Wege vertragen wird, wozu er durch seine Gestalt und seine Bekleidung mit ausgesperren Hakenborsten besonders geeignet ist.

In ähnlicher Weise verhalten sich offenbar gewisse orientalische, in Nord-Afrika nicht vorkommende *Rochelia*-Arten.



**Vitex Agnus castus L.**

Diese in der Mittelmeerregion und im Orient verbreitete Verbenacee hat bekanntlich eine kugelförmige, nussartige Steinfrucht, die bei der Fruchtreife halb von dem mit einem kurzen, spröden Stiel versehenen Blütenkelch umschlossen abfällt. Das holzharte Endocarpium der Frucht ist vierfächerig. Sehr oft sind 1—3 der Fächer steril, meistens enthält jedoch die Frucht wenigstens zwei wohl ausgebildete Samen, welche also stets zusammen bleiben.

**Zizyphus Lotus (L.) LAM.**

Bei dieser im ganzen Nordwest-Afrika allgemein verbreiteten Rhamnacee enthält die kugelförmige, etwas mehr als erbsengrosse Steinfrucht, die gleich nach der Reife zusammen mit dem anhaftenden Hypanthium abfällt, in der Regel 2 vollentwickelte Samen, welche von einem gemeinsamen, knochenharten und 2-fächerigen Stein umschlossen sind. — In gleicher Weise verhält es sich bei den orientalischen, in Nordwest-Afrika stellenweise angebauten und zuweilen subspontan auftretenden Arten *Z. Spina-Christi* (L.) WILLD. (Fig. II, 4 & 5) und *Z. vulgaris* LAM.

Wesentlich denselben Verhältnissen begegnet man auch bei dem in Südost-Europa und im Orient verbreiteten, in Nordwest-Afrika bloss als angebaut oder verwildert vorkommenden

**Paliurus australis GAERTN.**

Hier ist jedoch das Ovarium halb unterständig und bei der Fruchtreife von einer horizontal abstehenden, breiten und pergamentartigen, kragenförmigen Flügel-leiste, einem Auswuchs des Blütendiscus, umgeben. Die reife Frucht, deren Exocarpium trocken und spongiös ist, enthält einen einzigen knochenharten, dreifächerigen und dreisamigen Stein (Fig. II, 6 & 7). Die Samen, von denen jedoch oft nur 2 (seltener bloss ein einziger) zur vollen Entwicklung gelangen, sind also auch hier bis zur Keimung verkoppelt.

Bei der in der nördlichen temperierten Zone verbreiteten Gattung *Rhamnus* ist hingegen bekanntlich jeder Same von seinem besonderen Stein umschlossen.

2. Karpide zu einer unterständigen, ungeöffneten Frucht vereint.

Die Frucht umschliesst hier zuweilen bloss 2 Samen (*Circaea*), in anderen Fällen bis 8 (*Tetragonia* und *Neurada*); bei *Citrullus* enthält sie eine grosse Anzahl Samen. Bei den beiden ersteren Gattungen löst sich die Frucht am Grunde des Blütenstieles ab, bei *Neurada* hingegen an der Spitze desselben, wodurch ein Loch in der Basalfläche der Frucht entsteht, welches der Radicula der Keime den Austritt ermöglicht.

**Neurada procumbens L.**

Eine einjährige, in der Sahara-Wüste und im Orient vorkommende Rosacee mit am Boden ausgestreckten, sympodial gebauten Zweigen, welche an jedem Nodus eine einzelne, scheinbar axilläre Blüte tragen. Die Frucht (Fig. I, 19), welche in ihrem Bau zunächst mit der der *Pomoideae* übereinstimmt, bei der Reife aber trocken und holzig ist, hat eine abgeplattet halbkugelige Form und einen Durchmesser von 12—15 mm. Ihre Basalfläche, die bei der Reife auf dem Boden ruht und einen Teil des niederliegenden Blütenstieles bedeckt, ist flach und eben, während die schwach gewölbte Oberseite mit zahlreichen, geraden, grösseren und kleineren Stacheln besetzt ist. Die Frucht besteht aus 10 einsamigen, oder wahrscheinlich richtiger aus 5 zweisamigen und vollständig in zwei geteilten Karpiden<sup>1</sup>, welche mit einander und mit dem Hypanthium verwachsen sind; nur in ihrem obersten, in die Griffelbasis übergehenden Teil sind sie frei. Eine gewisse Zygomorphie macht sich, eigentümlich genug, im Gynoeceum geltend, indem nämlich die 2—4 gegen den Grund des Fruchstieles gekehrten Karpide nicht nur viel kürzere Griffel, sondern auch unvollkommen entwickelte Samen haben, während in jedem der übrigen Karpide sich ein mit wohlausgebildetem Embryo ausgestatteter Same befindet. Die Frucht, welche durch die Verholzung der Karpidwände und des damit verwachsenen Hypanthiums den Charakter einer 10-räumigen Nuss erhält, schliesst also tatsächlich 6—8 Samen ein. Obgleich sich die Karpide schliesslich auch in ihrem obersten freien Teil der Bauchnaht entlang öffnen, bleiben die Samen noch bei der Keimung in der Frucht eingeschlossen. Diese spielt sich nämlich in folgender Weise ab. Durch die soeben erwähnte Karpidspalte dringt die Radicula in das losere parenchymatische Gewebe ein, welches das Zentrum der Frucht einnimmt; darnach wächst sie durch die Öffnung in den Boden hinab, die an der Basalfläche der Frucht dadurch entstanden ist, dass sich der verwelkte und verkürzte Blütenstiel von der meistens schon an der Unterlage verankerten Frucht abgelöst hat. Gleichzeitig mit dem Eindringen der Radicula in die Erde steigt das Hypocotyl nebst den Keimblättern zwischen den Griffeln an der gewölbten Oberseite der Frucht herauf. Die Frucht wird folglich von der Wurzel der Keimpflanze durchbohrt, und infolgedessen bleibt sie auch immer am Stengelgrunde ausgewachsener Individuen sitzen. Da die Frucht eine Mehrzahl Samen enthält, trifft es auch oft ein, dass sie von zwei oder mehreren Individuen angehörenden Hauptwurzeln durchbohrt wird. Oft sind diese zur gleichen Zeit aufgewachsen, nicht selten findet man jedoch, dass sie sich in verschiedenen Jahren entwickelt haben. Im letzteren Falle hat offenbar ein früher entwickeltes Individuum durch seine persistierende kräftige Pfahlwurzel noch ferner die Fähigkeit der Frucht erhöht, durch ihre Form

---

<sup>1</sup> Gründe hierfür sind in meiner Arbeit »Über die Organisation, Biologie u. verwandtschaftl. Beziehungen der Neuradoideen« (Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 2. Nr 6 [1916]) vorgelegt, auf die auch im Übrigen hingewiesen wird.



die Samen in die für die Keimung günstigste Lage zu bringen und durch ihre Stacheln ein Verankerungsorgan für die Keimpflanze zu bilden.

Zur weiteren Beleuchtung des Erwähnten mag Folgendes angeführt werden: Von 32 Herbarexemplaren, die ich in der algerischen und tunesischen Sahara eingesammelt, sind 11 so beschaffen, dass die am Stengelgrunde zurückgebliebene Frucht nur von einem einzigen Individuum durchbohrt ist; bei 14 ist die Frucht von den Wurzeln zweier gleichzeitig blühender Individuen durchbohrt; bei 3 ist sie von drei Pflanzen durchdrungen, welche in dem einen Falle aus verschiedenen Jahren stammen, indem sich bloss zwei in Blüte befinden, während die dritte durch eine dunkler gefärbte Pfahlwurzel ohne entsprechende oberirdische Teile vertreten ist; bei 3 anderen ist die Frucht von vier Pfahlwurzeln durchsetzt (Fig. V, 2), welche in einem Falle vier gleichzeitig aufgewachsenen Pflanzen angehören, in den beiden anderen Fällen aber zum Teil Individuen repräsentieren, welche in einem oder vielleicht zwei früheren Jahren geblüht haben; bei 1 Exemplar ist schliesslich die Frucht von fünf Hauptwurzeln durchbohrt, von denen bloss eine einem Individuum in Blüte angehört, während die übrigen Pflanzen vertreten, die in einem oder vielleicht mehreren früheren Jahren geblüht haben. — Früchte, welche im Mai 1915, nachdem sie während 12 Jahren in einem Glase gelegen, im hiesigen botanischen Garten in Töpfen eingescharrt wurden, verhielten sich in folgender Weise: die halbe Anzahl derselben ergab nach einigen Wochen neue Pflanzen; aus einer dieser Früchte wuchsen nicht weniger als 8, zum Teil jedoch sehr schwache Individuen auf; aus einer anderen wurden 4 blühende und fruktifizierende Pflanzen erzielt, und aus der Mehrzahl der übrigen 2 oder 3.

Hier mag auch erwähnt werden, dass die Arten der nahestehenden, in Süd-Afrika vorkommenden Gattung *Grielum* L. wesentlich dieselben Verhältnisse wie *Neurada* aufweisen. Die in der 10-fächerigen, schliesslich stark zygomorphen Frucht vorhandenen Samen, von denen nur 6 zur vollen Entwicklung gelangen, bleiben nämlich noch bei der Keimung im Hypanthium eingeschlossen. Die auswachsenden Pflanzen senden dann, gleichwie bei *Neurada*, ihre Wurzel durch die enge Öffnung im Boden des Hypanthiums hinab, welche dadurch entsteht, dass sich die Frucht bei der Reife von ihrem vertrockneten Stiel losmacht.

### ***Tetragonia expansa* Murr.**

Bei dieser in Japan, Australien, Neu-Zealand und Süd-Amerika heimischen, in europäischen Gärten oft als Spinat angebauten und in den Mittelmeerländern zuweilen subspontan auftretenden Aizoacee fallen die Blüten gleich nach der Frucht-reife ab (Fig. III, 3); die unterständige Frucht ist dann als eine meistens 3—8-fächerige, etwas steinfruchtartige Nuss mit einem Samen in jedem Fach ausgebildet (Fig. III, 4). Eine Mehrzahl Samen bleibt also unzertrennbar verkoppelt. — In ähnlicher Weise verhalten sich mehrere andere Arten dieser hauptsächlich im Kaplande und in Australien vorkommenden Gattung.

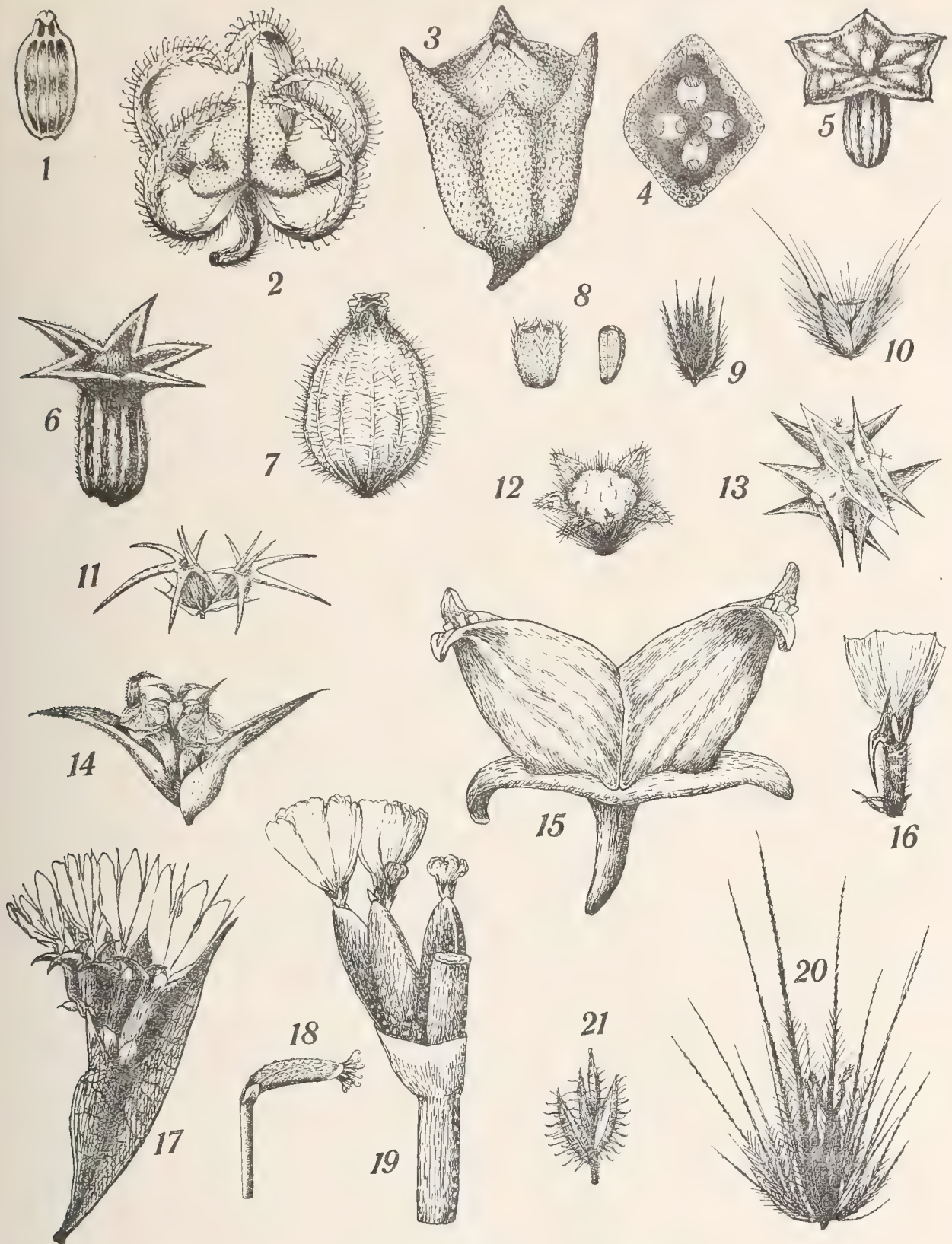


Fig. III.

1. *Sarcocapnos enneaphyllus*. — 2. *Rochelia stellulata*. — 3, 4. *Tetragonia expansa*. — 5. *Marrubium deserti*. — 6. *M. Alysson*. — 7. *Saccocalyx*. — 8. *Verbena supina*. — 9. *Agropyrum orientale*. — 10. *Tetrapogon villosus*. — 11. *Echinaria*. — 12. *Forskählea*. — 13. *Spinacia tetrandra*. — 14. *Salsola Kali*. — 15. *Nucularia*. — 16. *Statice Bonduelli*. — 17. *S. Thouini*. — 18. *S. echioides*. — 19. *Limoniastrum monopetalum*. — 20. *Pennisetum ciliare*. — 21. *Tragus*. — Vergröss. c.  $\frac{4}{1}$ .



Bei der Keimung tritt zuerst die Radicula und darnach auch die Keimblätter durch ein kleines Loch hervor, welches auf der Gipffläche des Ovars mittenüber dem Fach entsteht, in dem sich der keimende Same befindet. Die Frucht bleibt also nie um die Wurzelbasis der Keimlinge sitzen. — Von 8 wohlentwickelten Früchten, die Mitte April in Töpfen eingescharrt wurden, hatten nach vier Wochen 3 je drei Pflanzen erzeugt, 2 je zwei und 3 bloss eine einzelne. Um die erwähnte Zeit wurden die Früchte, welche je zwei Pflanzen hervorgebracht hatten, aus der Erde ausgenommen und quer durchschnitten, wobei es sich zeigte, dass die eine dieser Früchte noch weitere 6, die andere 5 Samen mit ganz gesunden Embryonen enthielt. Während des Laufes der zwei darnach folgenden Wochen kamen im Ganzen 3 neue Pflanzen auf, später aber keine mehr. Vier Monate nach der Saat, also Mitte August, wurden die 6 übrigen Früchte aufgenommen und untersucht. Es zeigte sich dabei, dass sämtliche ungekeimte Samen immer noch gesunde Embryonen besaßen. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass, gleichwie bei gewissen anderen Synaptospermen, ein grosser Teil der in die Koppel eingehenden Samen bis auf ein folgendes Jahr in Reserve liegen bleibt.

### *Circaea lutetiana* L.

Diese *Circaea*-Art gibt eins der sehr wenigen Beispiele des Vorkommens von Synaptospermie bei einer ausgeprägten Waldpflanze ab. — Die nussähnliche Frucht, welche bei der Reife mittelst einer Artikulation am Grunde des Blütenstieles abfällt (Fig. I, 20), ist nämlich zweifächerig und enthält in jedem Fach einen wohlentwickelten Samen. — Die Art gehört den Waldgegenden Europas und West-Asiens an. In Europa erreicht sie an der norwegischen Westküste 60° n. Br. und kommt auch im südlichen Schweden vor; sie fehlt in einem grossen Teil der europäischen Mittelmeerregion, und in Nord-Afrika kommt sie bloss in der Djurdjura-Kette und in einigen anderen Gebirgsgegenden des nördlichsten Algerien und Tunesien vor. — Als Gegengewicht gegen die Synaptospermie ist die Frucht durch ihre Bekleidung mit Hakenborsten im Besitz einer besonders effektiven Einrichtung für Verbreitung auf epizoischem Wege.

### *Citrullus Colocynthis* (L.) SCHRAD.

Bei dieser in den wüstenartigen Gebieten Nord-Afrikas und des Orients verbreiteten Cucurbitacee ist die Frucht bekanntlich nicht fleischig. Das Endocarp ist nämlich trocken und spongiös, stark an Hollundermark erinnernd. Die Frucht verfault deshalb nicht gleich nach der Reife, wie bei der Mehrzahl der Cucurbitaceen, sondern bleibt lange, wahrscheinlich oft jahrelang, ungeöffnet. Die zahlreichen Samen bleiben folglich in derselben eingeschlossen, bis die feste aber dünne Schale irgendwie zerschlagen wird oder endlich durch Verwesung zerfällt.

3. Karpide 4 freie Klausen bildend, welche in dem abfallenden Fruchtkelch eingeschlossen bleiben.

Diesem Typus gehören teils einige Labiaten an, wahrscheinlich mehr als die drei hier angeführten Arten, teils die unten erwähnte *Verbena*-Art, welche einen Übergang zum 1. Typus bildet, indem die Klausen sich erst nach Feuchtwerden von einander trennen.

### **Marrubium deserti** DE NOË.

Diese rein desertische *Marrubium*-Art zeichnet sich übrigen Repräsentanten der Gattung gegenüber dadurch aus, dass der Blütenkelch gleich nach der Frucht-reife abfällt. Er hat einen pergamentartigen, scheibenförmig ausgebreiteten Saum (Fig. III, 5) und eine sehr enge Röhrenmündung, die ausserdem durch die auch nach der Fruchtreife persistierende Blütenkrone verschlossen wird. Da die Kelchröhre ausserdem sehr fest und lederartig ist, bleiben die vier Klausen darin bis zur Keimung eingeschlossen.

Dies ist auch bei dem subdesertischen *M. Alysson* L. der Fall, wo jedoch die knorpeligen Fruchtkelche bis zum Ende der Trockenzeit an der Mutterpflanze sitzen bleiben und dann oft gruppenweise abfallen. Ehedem ist meistens die verwelkte Blütenkrone aus der Mündung der Kelchröhre herausgefallen, welche ausserdem weniger eng ist als bei *M. deserti*; da jedoch die betreffende Öffnung durch ein reiches Haarbüschel verstopft ist (Fig. III, 6), so können die Klausen auch hier nicht herauskommen.

Bei dem in Nord-Europa allgemein verbreiteten *M. vulgare* L., wo die Fruchtkelche den Winter über an der Mutterpflanze sitzen bleiben, werden dagegen die Klausen zuletzt durch die inzwischen eintretende Verwesung des Fruchtkelches frei.

### **Saccocalyx satureoides** COSS. & DR.

Eine halbstrauchartige Labiate, welche auf die algerische Sahara beschränkt ist. Der häutige und sackförmig aufgeblasene Blütenkelch (Fig. III, 7) fällt gleich bei der Fruchtreife ab. Seine Röhrenmündung ist ganz eng und ausserdem durch Haare und meistens zugleich durch die sitzen bleibende Blütenkrone verschlossen. Die Klausen folgen deshalb mit dem Fruchtkelch, wenn dieser nach dem Abfallen von dem Winde herumgerollt wird, wozu er infolge seiner Form und seiner Leichtigkeit besonders geeignet ist; die Klausen füllen nämlich bloss einen geringen Teil seines Hohlraumes auf, und übrigens scheinen selten alle vier zur vollen Entwicklung zu gelangen. — Infolge der Sprödigkeit der Kelchröhre entstehen jedoch leicht Risse an derselben, durch welche die Klausen zuletzt herausschlüpfen dürften; hiermit steht auch das Verhältnis im Einklang, dass beim Zutritt von Wasser reichlicher Schleim von der äussersten Zellschicht der Klausen ausgeschieden wird. Die Synaptospermie ist also hier nicht besonders ausgeprägt.



### *Verbena supina* L.

Bei der Fruchtreife fallen die ungestielten Blütenkelche (Fig. III, 8) nebst der darin eingeschlossenen Frucht ab. Die vier Klausen, aus denen sie besteht, sind an ihren Berührungsflächen mit einem Sammt von zylindrischen Papillen, die in einander greifen, überzogen, und die infolgedessen fest vereinten Klausen folgen einander deshalb solange die Frucht trocken bleibt. Bei Zutritt von Wasser dringt aber dieses recht bald in die Fugen zwischen den Klausen ein, und nachdem die erwähnten Papillen aufgeweicht worden sind, lassen die Klausen ziemlich leicht von einander ab. Auch bei dieser Pflanze ist also die Synaptospermie wenig ausgeprägt. — Die Art ist an beiden Seiten des Mittelmeeres und im vorderen Orient verbreitet.

Bei der über den grössten Teil von Europa verbreiteten *V. officinalis* L. trennen sich die Klausen auch im trocknen Zustande leicht von einander.

4. Karpide vollkommen frei aber in dem abfallenden Hypanthium eingeschlossen.

### *Poterium* L.

Bei dieser in Nord-Afrika durch eine Mehrzahl von Arten vertretenen Gattung fallen bekanntlich die Blüten gleich nach der Fruchtreife ab. Ihr krugähnliches und mit äusserst enger Mündung versehenes Hypanthium verhält sich infolge seiner Verholzung wie die Schale einer Nussfrucht, schliesst aber in der Regel zwei Karpelle ein, die recht oft beide einen wohlentwickelten Samen enthalten. Eine Untersuchung einer grösseren Anzahl von Hypanthien des in Süd-Europa, Nord-Afrika und dem Orient verbreiteten *P. muricatum* SPACH hat also ergeben, dass bei etwa 60 % von ihnen zwei mit vollentwickeltem Embryo versehene Karpelle vorhanden sind.

Noch gewöhnlicher ist dieses Verhältnis bei gewissen *Agrimonia*-Arten, z. B. bei der auch im südlichen Teil von Skandinavien vorkommenden *A. odorata* MILL. (Fig. I, 21), wo ich bei etwa 80 % der Blüten zwei wohlentwickelte Samen gefunden habe. Bei *A. Eupatoria* L. und *A. pilosa* LED., welche noch weiter nach Norden gehen, wurden hingegen die Blüten nur bis zu einem geringen Prozentsatz zweisamig befunden. — Als Gegengewicht der bei der ersterwähnten Art recht ausgeprägten Synaptospermie sind die Früchte, ganz wie bei der früher besprochenen und innerhalb ungefähr desselben Gebietes vorkommenden *Circaea lutetiana*, besonders gut für Verbreitung auf epizoischem Wege ausgerüstet.

In diesem Zusammenhang mag auch hervorgehoben werden, dass bei verschiedenen in trockenen Klimaten heimischen Arten der Gattung *Alchemilla* das Gynoeceum regelmässig aus einer Mehrzahl fertiler Karpelle besteht, welche in dem nach der Fruchtreife leicht abfallenden Hypanthium eingeschlossen bleiben. Dies ist z. B. der Fall bei den der Sect. *Aphanes* angehörenden<sup>1</sup> mexikanischen und

<sup>1</sup> SV. MURBECK, Zur Morphologie u. Systematik d. Gatt. *Alchemilla* [Lunds Univ. Årsskr. N. F. Avd. 2. Bd 11. Nr 8 (1915)].

andinen Arten *A. hirsuta* H. B. K., *A. orbiculata* R. & P., *A. procumbens* ROSE, *A. venusta* CHAM. & SCHLECHT. — Bei sämtlichen europäischen Arten von *Alchemilla* enthält dagegen das Hypanthium nur einen einzigen Samen.

## II. Die verkoppelten Samen gehören verschiedenen Blüten an.

Diese Gruppe umfasst eine Menge von Fällen, wo zwei oder mehr Blüten fest mit einander vereint sind und zusammen abfallen, ohne die Samen aus ihrer Umhüllung herauszulassen. Der Blütenbau ist meistens stark vereinfacht. Besonders gilt dies für das Gynoeceum, welches, wenn die Rubiaceen-Gattung *Gaillonia* ausgenommen wird, durchgehend nur einen einzelnen Samen enthält. — Eine Einteilung in Untergruppen scheint sich am einfachsten auf Grund der Verschiedenheiten im Inflorescenzbau durchführen zu lassen. Zu einer ersten Untergruppe kann man dann Fälle führen, wo die verkoppelten Blüten einer einfachen botrytischen Inflorescenz angehören und folglich unter einander gleichwertige Seitenachsen darstellen, z. B. die Blüten in einem Gramineenährchen. Eine zweite Untergruppe umfasst Fälle mit cymösen Partialinflorescenzen, z. B. Wickel oder in Wickel auslaufende Dichasien, wo folglich die mit einander verkoppelten Blüten, oder doch ein grösserer Teil derselben, unter einander ungleichwertige Achsen repräsentieren. Da zuweilen, z. B. bei *Queria* und *Paronychia*, mehrere solche Partialinflorescenzen zusammen abfallen können, ergibt sich ein Übergang zu der dritten Untergruppe, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass das abfallende Blütenaggregat konstant aus zwei oder mehreren Partialinflorescenzen besteht, z. B. aus einer Anzahl mit einander verkoppelten Gramineenährchen.

### A. Die Blüten repräsentieren gleichwertige Seitenachsen in einer einfachen botrytischen Inflorescenz.

Hierher gehört teils eine *Trifolium*-Art, wo die vielblütigen Köpfe als Ganzes gleich nach der Fruchtreife abfallen, und wo jeder Same von seiner besonderen, aus den Blütenteilen gebildeten Hülle umschlossen ist, teils die Gattung *Xanthium*, wo die beiden in dem weiblichen Köpfchen befindlichen Früchte gemeinsam von mit einander verwachsenen und verholzten Hüllblättern umgeben sind, teils auch eine Anzahl von Steppen- und Wüstengräsern, wo zwei demselben Ährchen angehörende Blüten verkoppelt abfallen. Die Hülle um die Frucht, welche sie herauszufallen hindert, besteht bei der Mehrzahl der betreffenden Gräser aus den Deckspelzen allein; bei *Aegilops* sind aber ausserdem die beiden Früchte gemeinsam von den knorpeligen Hüllspelzen umschlossen.



**Trifolium Cherleri L.**

Eine einjährige, an beiden Seiten des Mittelmeeres und im Orient verbreitete *Trifolium*-Art, welche sich dadurch auszeichnet, dass die Blütenköpfe gleich nach der Fruchtreife zusammen mit 2—3 dichtgestellten Involucralblättern abfallen, von denen das oberste auf den Stipularteil reduziert ist. Die Köpfe (Fig. IV, 1) sind halbkugelig, 2 cm. im Durchmesser und enthalten zahlreiche Blüten, welche sich nicht von ihrer Befestigung losmachen. Dass auch die Samen in dem Blütenaggregat zurückbleiben, bis die Keimung eintritt, geht schon daraus hervor, dass man oft eine Mehrzahl Pflanzen aus derselben Inflorescenz aufgewachsen findet; diese bleibt nämlich in der Regel um die Basalteile der Tochterindividuen sitzen, was sich öfters auch an Herbarmaterial beobachten lässt (s. Fig. V, 1, Seite 29). So befindet sich z. B. im botanischen Museum zu Lund ein Herbarexemplar aus Sizilien (Santo Stefano, leg. NICOTRA), welches, genau untersucht, aus nicht weniger als 7 kräftigen und mit ihren Zweigen dicht verfilzten Individuen besteht, deren Wurzelbasen gemeinsam von einem halb verwesenen Blütenkopfe umgeben sind; aus diesem sind offenbar die betreffenden Pflanzen sämtlich aufgewachsen. Ein anderes ebenfalls sizilianisches Exemplar (Palermo, leg. Ross) zeigt einen Blütenkopf, aus dem 6 Individuen entspringen; fünf von diesen befinden sich in Blüte, während das sechste durch eine dunkler gefärbte Pfahlwurzel nebst einem halbverwesenen Stengel vertreten ist und folglich ganz sicher in einem vorhergehenden Jahre aufgewachsen ist und geblüht hat. Unter Herbarmaterial aus Süd-Frankreich, der Herzegowina und Dalmatien habe ich zahlreiche Beispiele davon gesehen, dass 2—4 Individuen aus einer um ihre Wurzelbasen sitzen gebliebenen Inflorescenz aufgewachsen sind; in einem dieser Fälle hatten sich die beiden Individuen offenbar in verschiedenen Jahren entwickelt. Auf den steppenartigen Hochebenen im mittleren Tunesien (in der Gegend um Maktar) habe ich ebenfalls beobachtet, dass Inflorescenzen, aus denen ein oder mehrere blühende Individuen hervorragten, öfters zugleich von Pfahlwurzeln durchbohrt waren, die in einer früheren Vegetationsperiode aufgewachsenen Pflanzen angehörten.

**Xanthium L.**

Bei sämtlichen Arten dieser in der Mittelmeerregion und in anderen wärmeren Gegenden weit verbreiteten Gattung sind bekanntlich die weiblichen Köpfchen als nussähnliche, bei der Reife leicht abfallende Scheinfrüchte ausgebildet. Die Hüllblätter verwachsen nämlich mit einander zu einer einheitlichen, verholzten und mit Hakenstacheln bekleideten Hülle, welche zweifächerig ist und in jedem Fach eine weibliche Blüte enthält (Fig. II, 8 & 9, Seite 12). Da in der Mehrzahl von Fällen beide diese reife Frucht ausbilden, müssen in der Regel zwei Samen einander bis zur Keimung folgen. Im hiesigen botanischen Garten, wo sich *X. macrocarpum* Dc. in Menge selbst säet, sieht man auch, dass sehr oft zwei Pflanzen aus derselben Scheinfrucht aufwachsen. — Bei der Keimung dringt die Radicula durch den Boden

der Scheinfrucht heraus. Später treten auch die übrigen Teile des Keimlings durch dieselbe Öffnung hervor, und die Scheinfrucht bleibt deshalb nie um den Wurzelgrund erwachsener Individuen sitzen; die obersten Wurzelzweige der jungen Keimpflanzen sind aber oft mit den Hakenstacheln der Scheinfrucht verfilzt.

### ***Aegilops ventricosa* TAUSCH.**

Bei dieser in Spanien und Nordwest-Afrika verbreiteten und nicht selten auch in der Wüstenregion vorkommende Pflanze zerfällt die Ähre bei der Fruchtreife in 5—8 Glieder, jedes aus einem Rachisinternodium und einem diesem fest anliegenden Ährchen bestehend (Fig. IV, 2, Seite 26). Jedes Ährchen beherbergt in der Regel zwei fertile Blüten, deren Früchte noch bei der Keimung einerseits von dem Rachisgliede, andererseits von den knorpeligen Hüllspelzen fest umschlossen sind. Zwei Früchte bleiben somit stets verkoppelt. — Bei der Keimung schießt die Coleoptile zwischen den Spitzen der Hüll- und Deckspelzen hinauf, und einzelne Wurzeln des Keimlings kommen meistens auf demselben Wege heraus; andere Wurzeln dringen jedoch zwischen den Basalteilen der Spelzen hinunter, und während der weiteren Entwicklung der Pflanze wird hier noch eine Anzahl kräftiger Wurzeln hinabgesandt. Infolgedessen vermag sich die Pflanze nie von dem Ährchen freizumachen, das im Gegenteil, wenigstens an nicht gar zu üppigen Individuen, regelmässig noch zur Zeit der Blüte und Fruchtreife um die Wurzelbasen sitzen bleibt.

In wesentlich derselben Weise verhalten sich u. A. die in Nordost-Afrika, Palästina und Kleinasien vorkommende *Ae. bicornis* JAUB. & SP. (Fig. IV, 3, Seite 26), sowie auch die in den steppenartigen Gebieten Südost-Europas und Nord-Afrikas heimische *Ae. cylindrica* Host, bei welcher letzteren jedoch sehr oft bloss eine der Blüten des Ährchens mit voll ausgebildeter Frucht versehen ist.

### ***Haynaldia villosa* (L.) SCHUR.**

Eine einjährige Hordee aus der Mittelmeerregion und den Steppen Südost-Europas. Bei der Fruchtreife zerfällt die Ähre in zahlreiche Glieder, von denen jedes ein 3-blütiges Ährchen trägt, dessen zwei unterste Blüten stets fertil sind und immer an der Rachilla festsitzend bleiben (Fig. IV, 4, Seite 26). Da ausserdem die Früchte von den Deckspelzen stets umschlossen sind, treten sie folglich immer zu zweien verkoppelt auf. — Ebenso wie bei *Aegilops* schießt die Coleoptile zwischen den Spitzen der Hüll- und Deckspelzen hinauf, während kräftige Wurzeln entweder zwischen deren Basalteilen hinab dringen oder auch die Gewebe der Spelzen durchbohren. Im einen wie im anderen Falle bleiben die epikotylen Partien des Keimlings von den Spelzen umschlossen, und das alte Ährchen sitzt deshalb immer dauernd am Grunde nicht gar zu üppiger Individuen fest. — Dieselbe Verkoppelung der Früchte ist für die perenne, in den Steppengebieten Algeriens endemische Art *H. hordeacea* (Coss. & DR.) HACK. kennzeichnend.



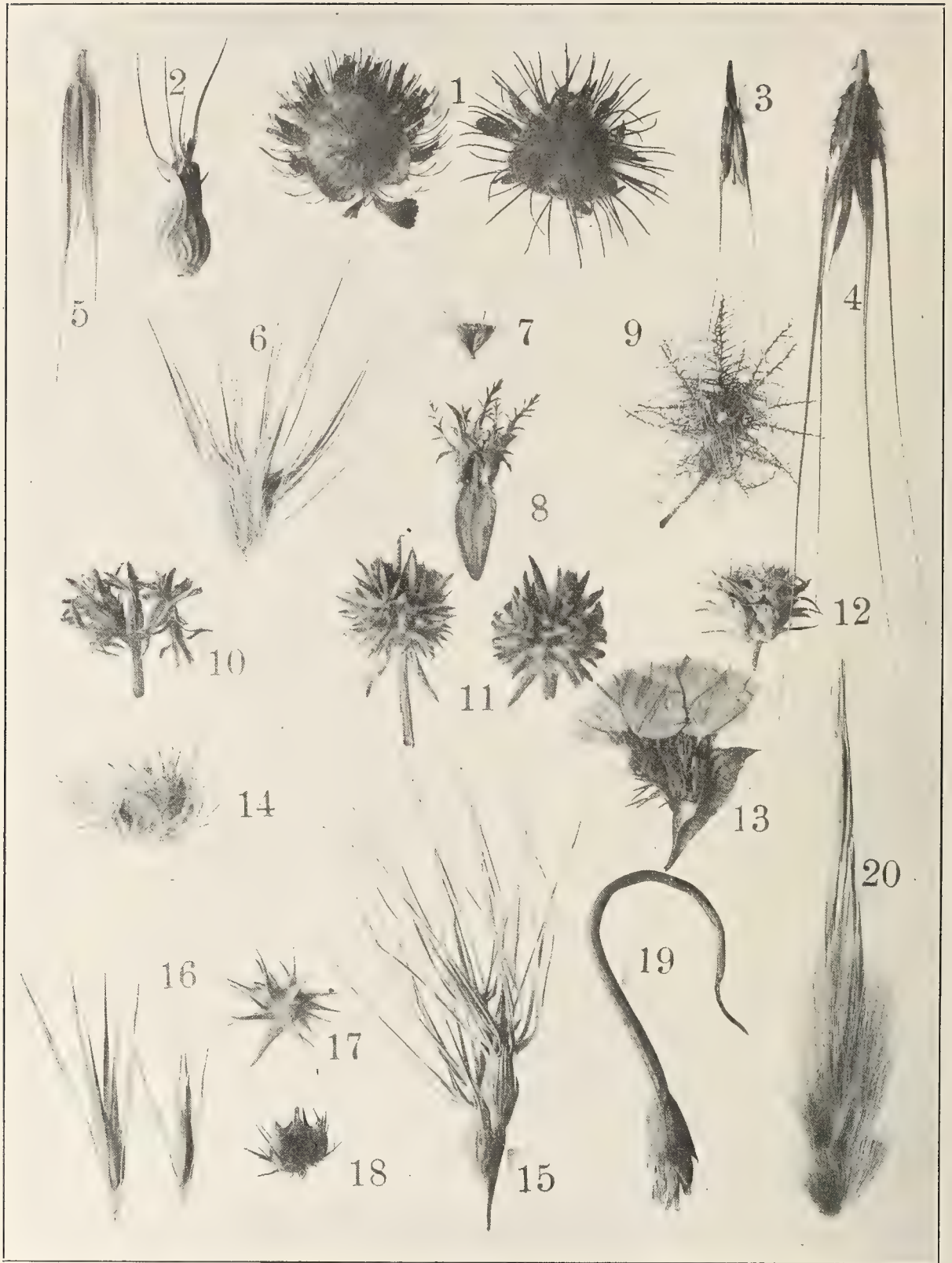


Fig. IV.

1. *Trifolium Cherleri*. — 2. *Aegilops ventricosa*. — 3. *Ae. bicornis*. — 4. *Haynaldia villosa*. — 5. *Secale montanum*. — 6. *Heteranthelium*. — 7. *Chloris spathacea*. — 8. *Pteranthus*. — 9. *Cometes abyssinica*. — 10. *Gymnocarpus fruticosus*. — 11. *Sclerocephalus*. — 12. *Queria hispanica*. — 13. *Statice Bonduelli*. — 14. *Gaillonia*. — 15. *Aegilops ovata*. — 16. *Hordeum Delileanum*. — 17. *Cenchrus tribuloides*. — 18. *C. echinatus*. — 19. *Cornucopiae*. — 20. *Lygeum*. — Vergröss.  $\frac{3}{2}$ .

Ähnliche Verhältnisse begegnen übrigens auch bei den wildwachsenden Formen der Gattung *Secale*, von denen *S. montanum* Guss. (Fig. IV, 5, Seite 26) auch in Nord-Afrika (Marocko) vorkommt; die angebauten, von dieser Art herstammenden Formen verhalten sich bekanntlich anders, indem die Brüchigkeit der Ährenspindel bei ihnen verloren gegangen ist.

### ***Agropyrum orientale* (L.) R. & S.**

Eine einjährige Art aus den wüstenartigen Steppengebieten Nord-Afrikas und des Orients. Bei der Fruchtreife zerfällt die Ähre in zahlreiche Glieder, von denen jedes ein 3—4-blütiges Ährchen trägt (Fig. III, 9, Seite 19). Die oberste Blüte der Ährchen, welche meistens steril ist, löst sich bald ab; die 2—3 unteren, die immer fertil sind, bleiben hingegen stets fest an der Rachilla sitzen, und da die Früchte von den Deckspelzen fest umschlossen sind, bleiben wenigstens zwei solche bis zur Keimung verkoppelt. — Aus demselben Grunde wie bei den früher erwähnten Gramineen-Gattungen bleibt das alte Ährchen nicht selten an der Basis blühender Individuen sitzen.

In ähnlicher Weise verhält sich das innerhalb derselben Gebiete vorkommende *A. squarrosus* (Roth) Link.

Bei dem auch in Nord-Europa verbreiteten *A. junceum* (L.) P.B. zerfällt die Ähre ebenfalls bei der Fruchtreife; ungefähr gleichzeitig hiermit lösen sich jedoch auch die einzelnen Blüten von der Rachilla los, so dass folglich Synaptospermie nicht zustande kommt.

### ***Heteranthelium piliferum* Hochst.**

Eine einjährige Hordee aus wüstenartigen Gegenden des Orients. Bei der Fruchtreife zerfällt die Ähre in eine Anzahl von Gliedern, von denen jedes am Grunde ein fertiles zweiblütiges Ährchen und weiter oben drei sterile trägt (Fig. IV, 6, Seite 26); die Frucht bleibt von der äusseren Deckspelze fest umschlossen. Mit jedem Gliede folgen somit zwei unzertrennbar verkoppelte Früchte. — An Herbarmaterial aus Syrien (Dj. Baruk im Libanon) habe ich gesehen, dass das alte Ährchen am Grunde der daraus aufgewachsenen Pflanze sitzen geblieben ist.

### ***Tetrapogon villosus* Desf.**

Mehrjährige Chloridee aus der Sahara-Wüste und dem Orient. Bei der Fruchtreife machen sich die Ährchen los und fallen zu Boden, wobei jedoch die beiden Hüllspelzen an der Rachis zurückbleiben. Von den vier Blüten (Fig. III, 10, Seite 19), die alle an der Rachilla befestigt bleiben, sind die zwei unteren fertil, und da die Früchte infolge der Form der Deckspelzen nicht aus dem Ährchen herauskommen, müssen sie einander immer zu zweien folgen.



In ähnlicher Weise verhält sich die in Abyssinien vorkommende *Chloris spathacea* HOCHST., bei der die Ährchen (Fig. IV, 7, Seite 26) drei verkoppelte fertile Blüten enthalten.

### ***Echinaria capitata* (L.) DESF.**

Bei dieser an beiden Seiten des Mittelmeeres und im Orient vorkommenden Festucee lösen sich gegen Ende der Vegetationsperiode einzelne Ährchen (Fig. III, 11, Seite 19), oder zuweilen auch ganze Gruppen von solchen, von der zu einem abgerundeten Köpfchen zusammengedrängten Inflorescenz los. Die Mehrzahl der Ährchen enthält, wenigstens bei kräftigeren Individuen, zwei fertile Blüten, welche sich nicht von einander lösen und deren Früchte von den knorpeligen, in 5 bez. 2 pfriemenförmige Zipfel auslaufenden Deck- und Vorspelzen fest umschlossen sind. Meistens sind also zwei Früchte verkoppelt. — Alte Ährchen sitzen in der Regel am Grunde daraus erwachsener Individuen fest.

### ***Avena sterilis* L.**

Eine in der Mittelmeerregion und im Orient verbreitete Art. Bei der Frucht reife fallen die Ährchen mittelst einer oberhalb der Hüllspelzen entstandenen Artikulation ab. Die Blüten, von welchen die zwei unteren fertil sind, trennen sich dagegen nicht von einander. Zwei Früchte bleiben folglich mit einander verkoppelt. — In ganz derselben Weise verhält sich die sehr nahestehende, in gewissen Teilen Algeriens häufige *A. Ludoviciana* DUR. und, nach den Beschreibungen zu urteilen, unzweifelhaft auch die ebenfalls nordafrikanischen Arten *A. pilosa* MB. und *A. ventricosa* BAL., von denen mir instruktives Material nicht zur Verfügung gestanden.

Bei den auch in Nord-Europa verbreiteten *A. fatua* L. und *A. strigosa* SCHREB. sind dagegen die Früchte bei der Keimung von einander getrennt, entweder weil jede Blüte gegen die Rachilla deutlich artikuliert ist (*A. fatua*), oder weil diese nach der Fruchtreife leicht unter jeder fertilen Blüte abbricht (*A. strigosa*).

## **B. Die Blüten vertreten unter einander ungleichwertige Achsen in einem cymösen Blütenstande.**

Innerhalb dieser Untergruppe kann die Synaptospermie in mehreren verschiedenen Weisen zustande kommen. Bei *Forskählea* lösen sich die weiblichen Blüten leicht von ihrer Befestigung am Boden der becherförmigen Hülle ab, bleiben aber unfruchtlich in dem zähen Wollschopf hängen, der den Hüllbecher ausfüllt. In allen übrigen hierher gehörenden Fällen bleiben die Blüten fest mit einander vereint, und die mannigfachen Varianten werden hauptsächlich durch verschiedene Einrichtungen zum Festhalten des Samens innerhalb der Blüte bedingt. In der Mehrzahl von Fällen wird dies durch die Kelchblätter bewirkt, die bei der Fruchtreife zusammenstehen und mehr oder weniger knorpelig, zuweilen ausserdem an der

Spitze wollhaarig (*Sclerocephalus*) oder stark cucullat sind, so dass sie ein festes Dach über die Frucht bilden (gewisse *Paronychia*); mitunter tritt auch Verwachsung zwischen den Basalteilen des Kelches und dem Pericarpium ein (*Beta*). In anderen Fällen ist es ein innerer Kreis von Perianthblättern, welcher die Frucht fest umschliesst, wie bei den unten zu besprechenden *Rumex*-Arten. In wieder anderen Fällen sind es Hochblätter, denen die betreffende Funktion zufällt, z. B. bei gewissen *Statice*-Arten, wo ein grosses knorpeliges Vorblatt jede Blüte scheiden-



Fig. V.

1. *Trifolium Cherleri* (3 blühende Pflanzen, die aus einem alten Blütenkopf aufgewachsen sind). — 2. *Neurada procumbens*, von der Unterseite gesehen. (Die Mutterfrucht ist von den Pfahlwurzeln 4 verschiedener Individuen durchbohrt.) — 3. *Cornucopiae cucullatum*, Teil der Pflanze mit einer Anzahl Inflorescenzen. — ( $\frac{1}{1}$ ).

förmig umgibt, sowie bei *Nucularia* und *Spinacia tetrandra*, wo jede Blüte zwischen zwei verholzten und unter einander verwachsenen Vorblättern eingeschlossen liegt. Bei *Gaillonia* schliesslich sind sämtliche in das Dichasium eingehende Blüten bei der Fruchtreife gemeinsam von einem besonders beschaffenen Involucrum umgeben, aus dem die Mericarpien nicht entschlüpfen können. — Durch Verwachsung und Verholzung von Achsenpartien, Hochblättern u. s. w. kommen nicht selten zwei- bis mehrsamige Scheinfrüchte zustande, wie bei *Nucularia*, *Sclerocephalus* und *Spinacia tetrandra*.



**Forskåhlea tenacissima L.**

Eine mehrjährige und oft halbstrauchartige Urticacee, die im ganzen Sahara-Gebiet verbreitet ist. Die in den Blattachsen der Stengel befindlichen kopf-ähnlichen und ungestielten Inflorescenzen fallen bei der Fruchtreife zugleich mit dem trichter- oder becherförmigen, meistens aus 4—6 Blättern gebildeten Involucrum ab (Fig. III, 12, Seite 19). Die Inflorescenz enthält, ausser einer grösseren Anzahl peripherischer männlicher Blüten, gewöhnlich 3—5 zentrale weibliche Blüten, die kein Perianth besitzen. Die ganze Blütensammlung ist in einen dichten Ball von langen, feinen und stark gekrausten Wollhaaren eingehüllt, die teils von der Innerseite der Involucralblätter ausgehen, teils auch vom Pericarp, und die infolge ihrer Krausheit so dicht mit einander verfilzt sind, dass die Früchte unmöglich aus der Hülle herausschlüpfen können; bei einem Versuch, sie mit einer Pinzette herauszuholen, muss man das Wollbüschel zerreißen, welches wegen der Zähigkeit der Haare eine gewisse Schwierigkeit bietet. Eine Mehrzahl von Früchten bleibt also mit einander verkoppelt. — In Übereinstimmung mit dem Angeführten findet man, dass an jungen Individuen, die vorsichtig aus der Erde genommen sind, regelmässig das Involucrum mit seinem Wollschopf um den Wurzelgrund sitzen geblieben ist. Während eines Aufenthalts in Biskra im Dezember 1907 hatte ich ausserdem Gelegenheit zu beobachten, dass nicht selten zwei oder zuweilen drei junge Pflanzen gleichzeitig aus demselben Involucrum aufgewachsen waren.

**Rumex vesicarius L.**

Diese einjährige *Rumex*-Art, welche über das ganze Sahara-Gebiet von Marocko und den Canarischen Inseln bis Belutschistan und Pendschab verbreitet ist, bietet einen interessanten Fall von Synaptospermie dar. — Zum Unterschied von anderen Rumices, wo die Inflorescenz aus über einander gestellten vertizill-ähnlichen Cymen besteht, scheinen die Blüten hier in typischer Traube am oberen Teil der Zweige geordnet. Aus der Achsel der häutigen Hochblätter geht nämlich immer bloss ein einziger Blütenstiel hervor. Nicht selten kommt es allerdings vor, dass zwei solche in ungefähr gleicher Höhe ausgehen; bei genauerer Untersuchung stellt sich aber heraus, dass zwei Hochblätter, jedes seinen Blütenstiel stützend, sich in unmittelbarer Nähe von einander befinden (siehe Fig. II, 10 oben [Seite 12]). Der Blütenstiel ist etwas derber als bei gewissen nahestehenden Arten, zeigt aber sonst in seinem Äusseren nichts bemerkenswertes; wie bei übrigen Rumices weist er nach der Anthese an oder unterhalb seiner Mitte eine deutliche Artikulation auf, mittelst welcher die Blüte gleich nach der Fruchtreife abfällt. Was den Bau der Blüte betrifft, wird man von der Eigentümlichkeit frappiert, dass die drei inneren Perigonblätter, die gross (12—20 mm.), kreisrund und am Grunde tief herzförmig sind, nicht die gewöhnliche flache Gestalt besitzen, sondern statt dessen nach auswärts zusammengefasst sind, und zwar so stark, dass sich die beiden Ränder jedes Perigonblattes ihrer ganzen Länge nach berühren. Im Querschnitt nimmt deshalb das Frucht-

perigon die Form an, welche Fig. II, 11 zeigt. Jede Aussenfläche in dieser dreieckigen Figur ist von der auswärts gekehrten Innenseite zweier Perigonblatthälften gebildet; die wirkliche Aussenseite der Perigonblätter ist hingegen infolge der Zusammenfaltung vollständig verborgen. Plattet man die Perigonblätter aus, was sich infolge ihrer Elastizität nicht gerade leicht machen lässt, so zeigen zwei von ihnen das in Fig. II, 13 wiedergegebene Aussehen: im Zentrum unterscheidet man eine dreieckige, stärker pergamentartige und oben mit einer Callosität versehene Partie, welche eine Seite der innerhalb befindlichen Frucht bedeckt. An dem dritten Perigonblatt wird dagegen die betreffende zentrale Partie von einer sekundären Blüte bedeckt, von der man infolge der Zusammenfaltung des Perigonblattes von aussen gar keine Spur sieht. Diese Blüte, welche ganz kleine, fast flache Perigonblätter und eine etwas kleinere Frucht als die der Primärblüte besitzt (siehe Fig. II, 11), ist am Grunde mit dieser fest verwachsen. Der Stiel der Sekundärblüte ist ebenfalls mit dem der Primärblüte verschmolzen, was sich auch durch die relative Dicke des Stieles zu erkennen gibt, sowie gewissermassen auch in der Duplizität der anatomischen Struktur, die an Querschnitten nicht bloss durch den apikalen Teil des Blütenstieles (Pericladium) sondern auch durch den Basalteil (= eigentlichem Blütenstiel) hervortritt. Da die eingeschlossene Blüte nicht nur kleiner als die andere ist, sondern auch in ihrer Entwicklung etwas nach dieser zurückbleibt, repräsentiert sie augenscheinlich eine Achse höherer Ordnung; gleichwie bei übrigen Rumices finden wir also in den Achseln der Hochblätter eine cymöse Inflorescenz, welche jedoch hier auf zwei in der ganzen Länge des Blütenstieles und des Pericladiums verwachsene Blüten reduziert ist. In einzelnen Fällen kommt es übrigens vor, dass die Cyma dreiblütig ist; auch dann tritt Verwachsung ein, und zwei kleinere Blüten werden, wie es Fig. II, 12 zeigt, von zwei der grösseren Blüte angehörenden Perigonblättern eingeschlossen. Weil auch die Sekundärblüten stets fertil sind, und da sämtliche Früchte in ihren Perigonon eingeschlossen bleiben, treten immer zwei oder zuweilen drei Früchte bis zur Keimung verkoppelt auf. — Es verdient hervorgehoben zu werden, dass *R. vesicarius*  $\beta$  *inarticulatus* MEISN., welcher in orientalischen Ländern angebaut wird und nirgends im wilden Zustande vorzukommen scheint<sup>1</sup>, keine Artikulation am Blütenstiel aufzuweisen hat, und dass die Zwillingssblüten infolgedessen nicht bei der Reife abfallen. Die betreffende Form, welche sonst nicht von *R. vesicarius*  $\alpha$  *typicus* abweicht, verhält sich also zu diesem wie die angebauten *Secale*-Rassen zu der mit brüchiger Ährenspindel versehenen Stammart *S. montanum*.

Derselbe Typus von Synaptospermie zeichnet den mit der obenerwähnten Art nahe verwandten, in der Wüstenregion Nordwest-Afrikas vorkommenden *R. planivalvis* MURB. aus, sowie auch den in Ägypten, Arabien u. s. w. verbreiteten *R. roseus* L. Der Unterschied ist bloss, dass bei diesen Arten die Valveln der Primär-

<sup>1</sup> SV. MURBECK, Die Vesicarius-Gruppe der Gattung Rumex [Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 2. Nr 14 (1907)].



blüte fast flach sind und deshalb die Sekundärblüte nicht einhüllen. Ebenso wie bei *R. vesicarius* trifft es zuweilen ein, dass drei Blüten mit einander verkoppelt sind.

### ***Spinacia tetrandra* STEV.**

Bei der weiblichen Pflanze dieser im Orient verbreiteten, in Nord-Afrika aber nicht vorkommenden Art steht in jeder Stengelblattachsel eine ungestielte, köpfchen-ähnliche und gewöhnlich aus 3—7 Blüten zusammengesetzte Inflorescenz (Fig. III, 13, Seite 19), die bei der Fruchtreife als Ganzes abfällt. Die Blüten, von denen jede von 2—3 schliesslich verholzten und in starke Stacheln auslaufenden Hochblättern umgeben ist (von EICHLER als die Perigonblätter der Blüte gedeutet), sind nämlich durch Verwachsung der Basalteile dieser sämtlichen Blätter unzertrennbar mit einander verbunden. Die zu einer Blüte gehörenden Hochblätter umschliessen ausserdem die Frucht, so dass das Blütenaggregat den Charakter einer mehrsamigen nussartigen Scheinfrucht erhält.

Bei den kultivierten, einander sehr nahestehenden Arten *S. oleracea* MILL. und *S. inermis* MOENCH lösen sich hingegen die weiblichen Blüten bei der Fruchtreife von einander ab.

### ***Beta macrocarpa* Guss.**

Bekanntlich sind die Blüten bei der Mehrzahl von *Beta*-Arten am Grunde mit einander zu köpfchenähnlichen, ungestielten Knäueln verwachsen, die bei der Fruchtreife abfallen. Dies ist z. B. der Fall bei den drei in Nordwest-Afrika vorkommenden Arten, nämlich *B. vulgaris* L., der von dieser oft kaum zu unterscheidenden *B. maritima* L. und der auch in der Wüstenregion auftretenden *B. macrocarpa* Guss. Jeder Knäuel enthält hier gewöhnlich 2—5 Blüten, deren Pericarpium mit den verholzten Basalteilen der perigynen Hülle verwachsen ist. Da die Frucht im trocknen Zustande ungeöffnet bleibt (ein Deckel wird erst bei der Keimung abgehoben) und ausserdem von den mehr oder minder erhärteten Endpartien der Hüllblätter überdeckt ist, treten zwei bis mehr Samen stets verkoppelt auf. Allbekannt ist ja auch, dass bei der Saat mehrere Pflanzen aus jedem Blütenknäuel aufwachsen. — *B. maritima*, welche den Meeresküsten West-Europas bis nach Dänemark und dem südlichsten Schweden hinauf folgt, gibt eins der wenigen Beispiele ausgeprägter Synaptospermie innerhalb der nordeuropäischen Flora ab.

Bei *B. nana* BOISS. & HELDR. und *B. lomatogena* F. & M., welche der alpinen Region der Gebirge Griechenlands, bez. Kleinasiens angehören, stehen dagegen die Blüten einzeln in den Blattachsen und fallen folglich auch jede für sich ab.

### ***Salsola Kali* L.**

Weit weniger ausgeprägt als bei den zuerst erwähnten *Beta*-Arten ist die Synaptospermie bei dieser auch im südlichen Skandinavien vorkommenden Pflanze. Ein grosser Teil der Blüten gehen hier von kleinen axillären Zweigen aus, welche

bei der Fruchtreife als Ganzes abfallen. In gewöhnlichen Fällen tragen diese Zweige zwei fertile Blüten, welche von ihrem Stützblatt und ihren zwei Vorblättern fest umschlossen sind, und deren Frucht wieder von den Perianthblättern umgeben ist (siehe Fig. III, 14, Seite 19); in solchem Falle sind offenbar zwei Samen mit einander verkoppelt. Zahlreiche andere Blüten stehen jedoch einzeln in den Achseln der Laubblätter, und, übrigens kommt es nicht so selten vor, dass sich an den soeben erwähnten Zweigchen einzelne Blüten bei der Fruchtreife losmachen und zwischen den umgebenden Hochblättern herausschlüpfen.

### *Nucularia Perrini* BATTAND.

Strauchartige Salsolacee, die nur von ein paar Punkten in der algerischen Sahara bekannt ist. In den Blattachseln der Zweige finden sich kleine blüentragende Kurzzweige, welche bei der Fruchtreife abfallen. Ein derartiger Zweig (Fig. III, 15, Seite 19) zeigt eine stielähnliche Achsenpartie, die eine zwei- oder seltener dreiblütige Inflorescenz und unterhalb dieser zwei zu einer flachen horizontalen Scheibe verwachsene Blätter trägt. Jede Blüte ist von zwei dicken Vorblättern umschlossen, welche bei der Fruchtreife unten knorpelig sind und oben eine an Hollundermark erinnernde Konsistenz besitzen. Diese Vorblätter sind unten mit einander verwachsen und lassen nur oben eine Spalte zwischen sich, aus der die Endpartien der noch bei der Fruchtreife persistierenden Staubblattfilamente hervorragen. Auch zwischen den verschiedenen Vorblattpaaren tritt Verwachsung der ganzen Berührungsfläche entlang ein. Die Blütenhülle, welche oben 5 pergamentartige, röhrenförmig zusammenstehende Zipfel zeigt, ist in ihrem unteren Teil mit den Vorblättern verwachsen und, gleichwie die angrenzenden Partien von diesen, stark verhärtet, so dass die Inflorescenz zuletzt die Beschaffenheit einer zweiräumigen und zweisamigen Scheinfrucht mit knochenbarter Innenwand annimmt.

Ähnliche Verhältnisse begegnen innerhalb der Gattung *Halanthium*, z. B. bei dem in Persien und Afghanistan vorkommenden *H. gamocarpum* (MOQ.) BENTH., indem zweiblütige und bei der Fruchtreife abfallende Inflorescenzen den Charakter nussartiger, zweisamiger Scheinfrüchte erhalten. Die knochenharte Wand der Scheinfrucht wird jedoch hier nicht von den Vorblättern der Blüten gebildet, sondern von ihren am Grunde scheidenähnlichen und mit einander verwachsenen Stützblättern.

### *Pteranthus dichotomus* FORSK.

Einjährige Paronychiee, welche im nördlichen Sahara-Gebiet und im Orient verbreitet ist. Die Blüten sind in dichten, köpfchenähnlichen Partialinflorescenzen gesammelt, die mit einem centimeterlangen, flachgedrückten und pergamentartigen, 3—5 mm. breiten Stiel versehen sind (Fig. IV, 8, Seite 26; Fig. VI, 1, Seite 35). Diese Partialinflorescenzen, welche aus meistens 3-blütigen Dichasien bestehen, fallen bei der Fruchtreife zusammen mit dem soeben erwähnten Stiel ab. Aus den Achseln der beiden Vorblätter der Seitenblüten entwickelt das Dichasium auch Ach-



sen dritter Ordnung, diese sind aber gewöhnlich steril und als dornenartige Zweige<sup>1</sup> ausgebildet, welche die Blüten fest umschliessen und dicht mit verkrüppelten und in gebogene Stacheln umgewandelten Blättern besetzt sind; dieselbe Ausbildung zeigen auch die zuweilen vorhandenen Achsen vierter Ordnung. Nicht selten kommt es jedoch vor, dass einzelne Achsen dritter Ordnung sich zu einer Blüte entwickeln, wodurch das Dichasium 4—5- oder in vereinzelt Fällen sogar 6-blütig werden kann. Die gegen die Fruchtreife knorpeligen Kelchblätter bilden eine feste Hülle um die einsamige Frucht, welche stets ungeöffnet bleibt. Beim Abfallen enthalten also die Partialinflorescenzen in der Regel 3 oder zuweilen 4—6 mit einander verkoppelte Samen. In Übereinstimmung hiermit beobachtet man oft, dass mehrere Pflanzen aus derselben Partialinflorescenz aufgewachsen sind. An vorsichtig ausgehobenem Material sitzt nämlich diese dauernd um den Wurzelgrund der daraus aufgewachsenen Individuen.

### **Cometes abyssinica R. BR.**

Einjährige Wüstenpflanze aus Ägypten, Abyssinien und Arabien. Die Blüten sind, gleichwie bei der nahe verwandten Gattung *Pteranthus*, zu köpfchenähnlichen, gewöhnlich 3-blütigen Dichasien gesammelt, welche bei der Fruchtreife mittelst einer Artikulation am Grunde des fast fadendünnen Stieles als Ganzes abfallen (Fig. IV, 9, Seite 26). Die Dichasien sind immer wiederholt verzweigt, aber die Achsen dritter und höherer Ordnung sind in der Regel steril, borstenähnlich verlängert und ihrer ganzen Länge nach reichlich mit in haarfeine Borsten umgewandelten Blättern besetzt, welche gleich Wolle die Blütensammlung umgeben; dieselbe Ausbildung besitzen auch die accessorischen Achsen, welche in den Achseln der Vorblätter sowohl der Zentralblüte wie der Seitenblüten entstehen (Fig. VI, 2, Seite 35). Zuweilen sind indessen auch einzelne Achsen dritter Ordnung fertil, und das Dichasium wird dadurch 4—5-blütig. Die fünf Kelchblätter bleiben stets aufrecht, und ihre cucullaten Spitzen bilden ein Dach über die einsamige ungeöffnete Frucht. Die vom Winde leicht herumgeführten Partialinflorescenzen enthalten also 3 oder zuweilen 4—5 bleibend verkoppelte Samen. — An einem Exemplar aus Abyssinien (Mont Adeita; Herb. Stockholm) ist der Wurzelgrund von der Partialinflorescenz umgeben, aus der die Pflanze aufgewachsen ist.

In wesentlich gleicher Weise verhält sich die von Arabien und Persien bis zum westlichen Teil der Ostindischen Halbinsel verbreitete *C. surattensis* BURM.

### **Paronychia argentea LAM.**

Bei dieser an beiden Seiten des Mittelmeeres und im Orient vorkommenden Art, welche zuweilen auch in der Wüstenregion auftritt, zerfällt die sehr reich verzweigte Totalinflorescenz bei der Fruchtreife in grössere oder kleinere Parteien, welche

<sup>1</sup> SV. MURBECK, Bidrag till Pterantheernas morfologi. Mit deutschem Resumé (Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd 2. Bd 2. Nr 6 [1906]).

zahlreiche, köpfchenähnlich gesammelte und sich von ihrem Befestigungspunkt nicht ablösende Blüten enthalten, von denen jedoch bloss ein geringerer Teil (vorzugsweise solche, die Achsen niederer Ordnung repräsentieren) fruchttragend sind. Die Fruchtwand, welche häutig ist, zerreißt zwar zuletzt am Grunde unregelmässig; der einzige grosse Same bleibt aber doch im Kelch eingeschlossen, indem dessen Lappen bei der Fruchtreife zusammenstehen und an der Spitze stark cucullat sind,

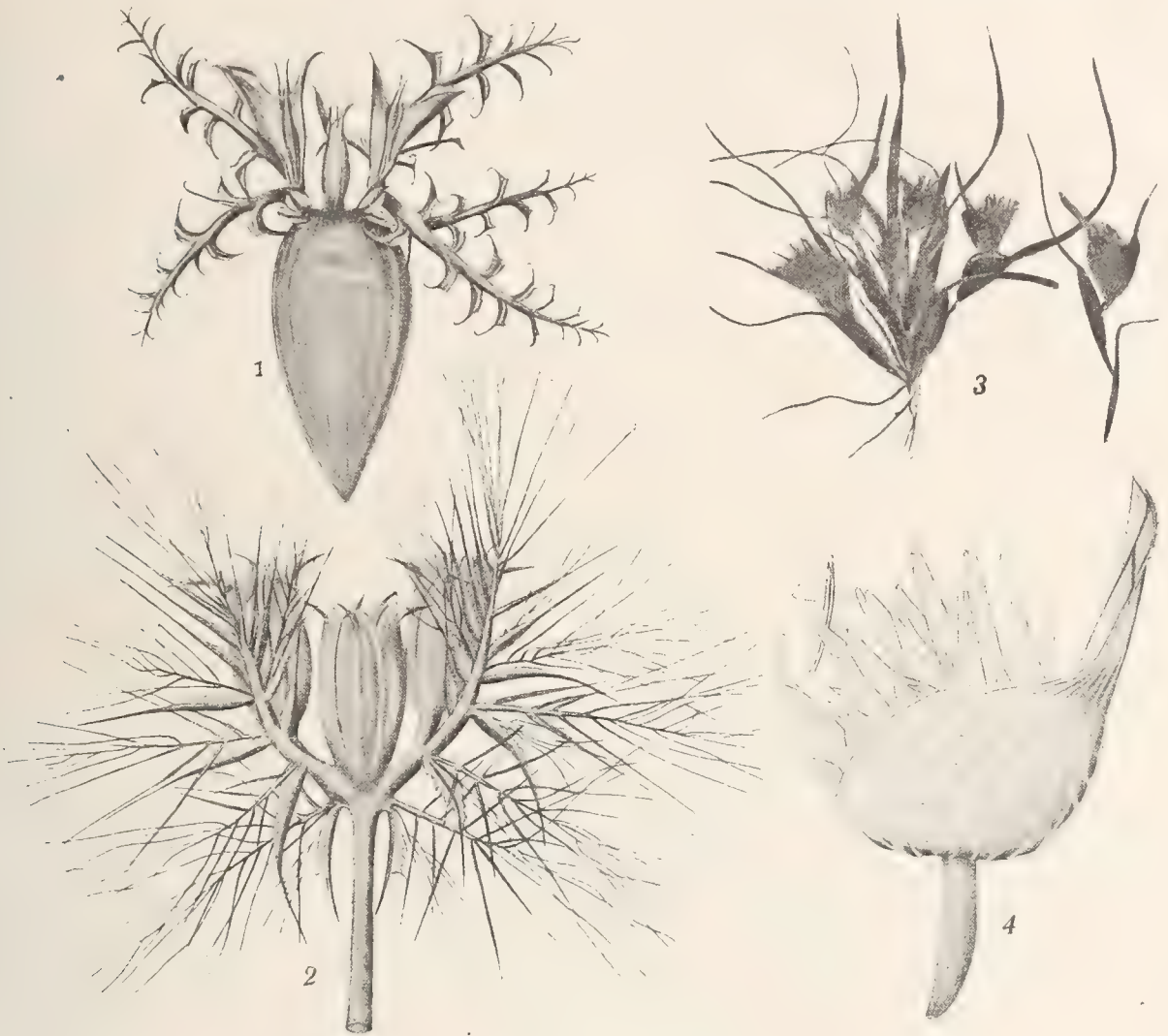


Fig. VI.

1. *Pteranthus dichotomus*, Partialinflorescenz. (Die sterilen Zweige sind auseinander gebogen, um die 3 Blüten besser sichtbar zu machen.)  $\frac{3}{1}$ . — 2. *Cometes abyssinica*, Partialinflorescenz vor der Fruchtreife.  $\frac{6}{1}$ . — 3. *Ammochloa involucrata*.  $\frac{4}{5}$ . — 4. Inflorescenz derselben.  $\frac{4}{1}$ .

so dass sie mit ihren eingebogenen Endpartien ein festes Dach über die Frucht bilden. — In ähnlicher Weise verhalten sich die in der Wüsten- und Steppenregion Nord-Afrikas vorkommenden, mit einander nahe verwandten Arten *P. arabica* (L.) Dc. und *P. Cossoniana* GAY, bei welchen fast sämtliche Blüten des Aggregats fertil sind, sowie auch *P. aurasiaca* WEBB, *P. desertorum* Boiss. und *P. longiseta* WEBB. — Bei der derselben Gruppe angehörenden *P. polygonifolia* Dc., welche



in der montanen und alpinen Region Süd-Europas zuhause ist, fallen hingegen die Blüten jede für sich ab, was übrigens auch bei der südwest-europäischen *P. cymosa* DC. der Fall ist.

Bei der in der Wüsten- und Steppenregion Nordwest-Afrikas verbreiteten *P. chlorothyrsa* MURB. sind die niederliegenden Stengel und Zweige fast von der Basis ab mit köpfchenähnlichen, von silberweissen häutigen Stipeln umgebenen Blüten-sammlungen bedeckt, die sich bei der Fruchtreife ablösen und durch den Wind verbreitet werden. Diese Blüten-sammlungen, aus denen die einzelnen Blüten nicht herausfallen, zerteilen sich oft zuletzt in kleinere Aggregate, eine grössere oder geringere Anzahl von Blüten bleibt aber jedenfalls für lange Zeit beisammen, und in der Regel scheinen sie sämtlich fertil zu sein. Die Kelchzipfel sind hier nicht an der Spitze cucullat, bilden aber dennoch eine feste Hülle um die reife Frucht, so dass diese mit dem Samen stets in den Blüten der abgefallenen Partialinflorescenzen stecken bleibt. — In gleicher Weise verhält es sich bei der orientalischen *P. macrosepala* BOISS., bei der an beiden Seiten des Mittelmeeres vorkommenden *P. capitata* (L.) LAM. und der südost-europäischen *P. cephalotes* (M. B.) BESS. Bei der letzteren fällt jedoch oft ein Teil der Blüten aus den abgelösten Inflorescenzen heraus, und noch öfter ist dies bei *P. Kapela* (HACQUET) KERN. der Fall.

Aus dem angeführten geht hervor, dass innerhalb der Gattung *Paronychia* alle Übergänge von ziemlich ausgeprägter Synaptospermie bis zur Verbreitung einzelner Blüten vorkommen, sowie dass die Synaptospermie deutlich bei Arten vorherrschend ist, welche wüsten- oder steppenartigen Gebieten angehören.

### **Gymnocarpus fruticosus (VAHL) PERS.**

Halbstrauchartige Paronychiée aus den Wüstengegenden Nord-Afrikas und des Orients. Die Blüten sind in wiederholt verzweigten, dichten und köpfchenähnlichen, centimetergrossen Dichasien gesammelt (Fig. IV, 10, Seite 26), welche bei der Fruchtreife als Ganzes mittelst einer Artikulation am Grunde des kurzen Inflorescenzstieles abfallen. Die Inflorescenzen bestehen meistens aus 7—15 Blüten, von denen jedoch bloss die in den Dichotomien befindlichen eine voll entwickelte Frucht zu enthalten scheinen. Diese hat eine dünne Wand, welche an der Basis fast häutig ist und da zuletzt aufreisst. Der einzige grosse Same bleibt dessen ungeachtet in der Kelchröhre stecken. Die Mündung dieser letzteren ist nämlich eng und ausserdem ganz verschlossen, teils durch einen ringförmigen Discusrand, welcher die Gipfelpartie der Frucht festhält, teils auch durch die fünf pfriemenförmigen Kronblätter und die fünf bei der Fruchtreife ebenfalls persistierenden Staubblätter. — Dass die Samen wirklich in den Blüten eingeschlossen bleiben, wird dadurch bekräftigt, dass ich in abgefallenen Inflorescenzen, welche im Dezember und Januar auf den Standorten der Pflanze in der Gegend von Biskra und Gabes angetroffen wurden, 2—5 wohlentwickelte Samen gefunden habe, was ungefähr der Anzahl fertiler Blüten in jedem Blütenaggregat entspricht.

*Sclerocephalus arabicus* Boiss.

Einjährige, in der Sahara-Wüste und in Arabien vorkommende Paronychiee. Der Stengel ist in zahlreiche Zweige aufgelöst, welche sämtlich an der Spitze ein kugelrundes, kompaktes Blütenaggregat tragen (Fig. IV, 11, Seite 26), das ungefähr von der doppelten Grösse einer Erbse ist und bei der Fruchtreife mittelst einer Artikulation am Grunde des centimeterlangen Stieles abfällt. Das Blütenaggregat ist ein 3—7-blütiges Dichasium, dessen sämtliche Blüten je einen wohlentwickelten Samen enthalten. Dieser bleibt stets im Kelch eingeschlossen, und zwar schon weil die Kelchzipfel zusammenstehen und an der Spitze mit einem Wollbüschel versehen sind, welches nach der Anthese vollkommen die Öffnung zwischen ihnen verschliesst. Übrigens ist die Kelchröhre bei der Fruchtreife verholzt und oben zusammengesnürt, so dass der Durchmesser der Röhrenmündung dann mehrmals kleiner als der des verhältnismässig grossen Samens ist. Die Blütenkelche verwachsen zum Schluss mit einander und mit den stark verkürzten und ebenfalls verholzten Achsenpartien des Dichasiums, so dass eine nussähnliche Scheinfrucht zustande kommt, die dem Erwähnten zufolge 3—7 Samen enthält. Die starken, pfriemenförmigen und nach allen Seiten abstehenden Stacheln, welche die Oberfläche der Scheinfrucht bekleiden, repräsentieren die Vorblätter der Blüten, welche ebenfalls holzig werden und am Grunde teils untereinander und teils mit den Blütenkelchen und den Achsenpartien des Dichasiums verwachsen.

*Queria hispanica* LÖFL.

Bei dieser auf den algerischen Hochebenen, in Spanien und im Orient vorkommenden Alsinee, deren Blüten in dichten, köpfchenähnlichen Aggregaten an den Spitzen der Stengel und Zweige gesammelt sind, fallen die betreffenden Aggregate bei der Fruchtreife mittelst einer am Grunde des kurzen Stieles entstandenen Gelenkfläche ab. Die Blütenaggregate (Fig. IV, 12, Seite 26) bestehen aus einem oder mehreren Dichasien mit stark verkürzten Stammgliedern und knorpeligen, an der Spitze hakenförmig auswärtsgebogenen Bracteen von der Länge der Blüten. Das Dichasium enthält 3—7 fertile, einsamige, in den Dichotomien stehende Blüten, die nie abfallen; die Blüten, welche die letzten Verzweigungen abschliessen, sind dagegen steril und gewöhnlich bis auf zwei bracteenähnliche Kelchblätter reduziert. Die Kelchblätter der fertilen Blüten sind stark knorpelig und schliessen so fest um die reife Frucht, dass der Same nicht aus dem Fruchtkelch heraus kann. Selbst wenn das Blütenaggregat bloss ein einzelnes Dichasium enthält, bleiben also in der Regel 3—7 Samen, bis die Keimung eintritt, verkoppelt.

*Statice Bonduelli* LESTB.

Eine einjährige Art, welche in der algerischen und tunesischen Sahara verbreitet ist. Die Inflorescenz setzt sich aus 3—12-blütigen kompakten Wickeln zu-



sammen, welche bei der Fruchtreife als Ganzes abfallen (Fig. IV, 13, Seite 26) und dabei von ihrem Stiel befolgt werden, der mit drei lederartigen, breiten und oben in eine steife und scharfe Spitze auslaufenden Flügelleisten versehen ist. Von den Vorblättern der Blüte ist das obere als eine lederartige, mit auf- und abwärtsgerichteten Stacheln versehene Scheide ausgebildet (Fig. III, 16, Seite 19), die röhrenförmig die Kelchröhre umgiebt und dabei auch die reife Frucht am Herausfallen hindert. Eine Mehrzahl Blüten sind also unzertrennbar verkoppelt; bloss bei einer geringeren Anzahl von diesen scheint jedoch der Same zur vollen Entwicklung zu gelangen.

Wesentlich dieselben Verhältnisse zeigt die nicht-desertische, im ganzen Mittelmeergebiet verbreitete, mehrjährige *S. sinuata* L., sowie auch die einjährige, sub-desertische, hauptsächlich in Nord-Afrika und im Orient vorkommende *S. Thowini* Viv. (Fig. III, 17, Seite 19.) Bei letzterer habe ich in einer abgefallenen Partialinflorescenz 6 der 11 Blüten mit reifem Samen versehen gefunden.

### **Statice echioides L.**

Eine ebenfalls einjährige Art, die an beiden Seiten des Mittelmeeres vorkommt. Die Rachis der Inflorescenz Zweige zerfällt hier bei der Fruchtreife in Glieder, von denen jedes einen ungestielten, in der Regel zweiblütigen Wickel trägt (Fig. III, 18, Seite 19). Eins von dessen Hochblättern ist gross, knorpelig und zu einer zylindrischen Scheide zusammengerollt, welche während der Anthese beide Blüten fest umschliesst. Bei der Fruchtreife nehmen die Rippen der Kelchzipfel die Gestalt freier Borsten mit im trocknen Zustande uhrfederähnlich eingerollter Spitze an. Es kommt dann nicht selten vor, dass die Primärblüte ganz oder teilweise zwischen den Rändern der erwähnten Hochblattscheide heraustritt; sie fällt jedoch nicht ab, und da beide Blüten immer Frucht zu bilden scheinen, müssen stets zwei Samen einander folgen. — In derselben Weise verhält sich die Unterart *S. exaristata* MURB.

### **Limoniastrum monopetalum (L.) Boiss.**

Halbstrauchartige, in den wärmeren Teilen der Mittelmeerregion verbreitete Staticinee. Bei der Fruchtreife zerfällt die Rachis der Inflorescenzäste in Glieder, von denen jedes mindestens einen ungestielten Wickel trägt. Die Wickel sind meistens zweiblütig, und beide Blüten bleiben beständig von dem grössten Hochblatt des Wickels eingehüllt, welches die gleiche Länge wie die Kelchröhre hat und lederartig und röhrenförmig zusammengerollt ist. Ob Frucht in beiden Blüten entwickelt wird, habe ich an dem mir zugänglichen Material nicht feststellen können; es ist jedoch zu bemerken, dass in kräftigeren Inflorescenzen nicht selten 2—4 Wickel von demselben Gliede ausgehen (wie in Fig. III, 19, Seite 19), und dass sie sämtlich bei seinem Abfallen daran festsitzen bleiben.

Die sehr nahestehende Art *L. Guyonianum* DR. scheint hingegen, obgleich sie rein desertisch ist, kein Beispiel von Synaptospermie darzubieten, da die Rachis wenig spröde ist und die Partialinflorescenzen in der Regel nur eine Blüte enthalten.

### **Gaillonia Reboudiana Coss. & Dr.**

Niedrige, strauchartige Rubiacee, welche im Innern der algerischen Sahara vorkommt. Bei der Fruchtreife zerfällt der Blütenstand in meistens 3—5-blütige, cymöse Partialinflorescenzen. Jede Blüte ist am Grunde von einem 7—10-blättrigen Involucrum umgeben, das aus den beiden Vorblättern der Blüte nebst einer Anzahl zu diesen gehöriger Stipeln besteht. Diese sind gleich den Vorblättern selbst linien-schmal, etwa 1 cm. lang, bogig nach oben gekrümmt und reichlich mit langen, steifen, nach allen Seiten gerade abstehenden Borstenhaaren besetzt. Durch diese Borstenhaare bildet sich um sämtliche in die Partialinflorescenz eingehende Früchte ein dichtes und feines Gitterwerk, das einerseits in hohem Grade das Umherführen der Inflorescenz über weite Strecken mit Hilfe des Windes befördern muss, andererseits aber die Mericarpien, welche eine Länge von 3—4 mm. besitzen, am Herausfallen hindert (Fig. II, 14, Seite 12). Zwischen den Zweigen blühenden Herbarmaterials, das im Februar 1902 von L. CHEVALLIER bei Ghardaïa eingesammelt war, habe ich tatsächlich auch lose, fruchttragende Partialinflorescenzen angetroffen, welche, obgleich sie offenbar aus einem vorhergehenden Jahre stammten, innerhalb des betreffenden Gitterwerks immer noch die zu den verschiedenen Blüten gehörenden Mericarpien enthielten (siehe Fig. IV, 14, S. 26).

### **C. Die Blüten gehören verschiedenen, mit einander verkoppelten Partialinflorescenzen an.**

Es wurde bereits erwähnt, dass *Queria* und *Paronychia* den Übergang zu dieser Untergruppe bilden, indem das abfallende Blütenaggregat aus mehreren Dichasien bestehen kann. Sonst gehört hierher besonders eine Anzahl Gramineen, bei welchen die Totalinflorescenz bei der Fruchtreife in Partien zerfällt, die zwei oder mehrere einblütige Ährchen enthalten, oder wo der Blütenstand, obgleich er zuweilen aus zahlreichen Ährchen besteht (*Cornucopiae* und *Ammochloa involucrata*), als Ganzes abfällt. Bei *Lygeum* entsteht eine zweiräumige und zweisamige Scheinfrucht, indem Spelzen, die verschiedenen Ährchen angehören, unten mit einander verwachsen und stark erhärten. Auch bei gewissen *Cenchrus*-Arten kommt eine Scheinfrucht zustande, hier aber durch Verdickung, Verwachsung und Verholzung der Involucralborsten, welche eine abfallende Ährchengruppe umschliessen.

### **Aegilops ovata L.**

Bei der Fruchtreife löst sich bekanntlich der ganze fertile Teil der Ähre vom Halme ab und fällt ungeteilt zu Boden. Da diese abgefallene Ähre aus meistens



3—4 Ährchen (siehe Fig. IV, 15, Seite 26) zusammengesetzt ist, und da wenigstens das unterste von diesen ausserdem zwei fertile Blüten beherbergt, befindet sich also eine Mehrzahl von Samen in der Ähre. Infolge der Form und der knorpeligen Konsistenz der Hüllspelzen bleiben die Früchte beständig in der Inflorescenz eingeschlossen. Die Keimung verläuft in gleicher Weise wie bei der S. 25 erwähnten *Ae. ventricosa*. Während die Coleoptile zwischen den Spitzen der Hüllspelzen heraufschiesst, dringen also zahlreiche kräftige Wurzeln zwischen deren Basalteilen hinab, und die Epicotylpartie der Pflanze bleibt folglich stets von den Hüllspelzen umschlossen. In Übereinstimmung hiermit findet man, dass Pflanzen einer folgenden Generation regelmässig am Grunde von der alten Ähre umgeben sind, und sowohl an Herbarexemplaren wie an lebendem Material lässt sich oft genug konstatieren, dass mehrere Individuen, meistens verschiedenen Ährchen angehörend, aus derselben Inflorescenz aufgewachsen sind.

In gleicher Weise verhält sich nicht nur die Unterart *Ae. triaristata* WILLD. sondern auch *Ae. triuncialis* L., wo die Ährchen noch zahlreicher (gewöhnlich 4—7) sind, und ferner unter den nicht-afrikanischen Arten die in Istrien, Dalmatien und Montenegro vorkommende *Ae. uniaristata* VIS.

### **Hordeum Delileanum (SCHULT.) HACK.**

Einjährige Art, welche in Cyrenaica, Ägypten, Palästina u. s. w. zuhause ist. Bei der Fruchtreife zerfällt die Ähre in eine Anzahl von Gliedern (siehe Fig. IV, 16, Seite 26), von denen jedes zwei einblütige Ährchen trägt, welche beide fertil sind. Mit jedem Gliede folgen also zwei verkoppelte und verschiedenen Ährchen angehörende Früchte. — An Herbarmaterial aus Cyrenaica habe ich ein Ährchenpaar am Grunde eines daraus aufgewachsenen Individuums festsitzen gefunden.

Bei europäischen *Hordeum*-Arten, deren Ähre bei der Fruchtreife zerfällt, folgt dagegen mit jedem Gliede bloss eine fertile Blüte.

### **Pennisetum ciliare (L.) LK.**

Mehrjähriges Wüstengras. Die meistens zu zweizähligen Gruppen gesammelten Ährchen fallen bei der Fruchtreife dadurch ab, dass das aus zahlreichen Borsten bestehende Involucrum, das jede Gruppe umgibt, sich mittelst einer Artikulation von der Rachis der Totalinflorescenz losmacht (siehe Fig. III, 20, Seite 19). Jedes Ährchen enthält, ausser einer männlichen oder rudimentären unteren Blüte, auch eine hermaphrodite obere; in Übereinstimmung hiermit treten meistens zwei Früchte verkoppelt auf. — Auch bei *P. asperifolium* (DESF.) KUNTH enthält das Involucrum oft zwei fruchttragende Ährchen, und dasselbe ist zuweilen ebenfalls bei *P. dichotomum* (FORSK.) DEL. der Fall.

Bei der nahestehenden Gattung *Cenchrus*, welche in Nordwest-Afrika nicht vertreten ist, aber in Ägypten und anderen Teilen des Orients 2—3 Arten zählt,

verwachsen bekanntlich die Borsten des Involucrums, welche bei gewissen Arten als grobe und mit abwärts gerichteten Widerhaken versehene Stacheln ausgebildet sind, mehr oder minder hoch hinauf mit einander, so dass ein scheinfruchtartiges, oft stark erhärtetes Gebilde zustande kommt, welches bei der Fruchtreife von der Rachis abfällt und oft 2—3 Ährchen einschliesst, von denen wenigstens bei gewissen Spezies mehr als eines fruchttragend sein kann (siehe Fig. IV, 17 & 18, Seite 26).

### *Tragus racemosus* (L.) HALL.

Einjähriges Gras, welches an beiden Seiten des Mittelmeeres und im Orient vorkommt. Von der Rachis der cylindrischen Totalinflorescenz lösen sich bei der Fruchtreife Gruppen von 2—4-blütigen Ährchen ab. In diesen Ährchengruppen (siehe Fig. III, 21, Seite 19), welche mittelst der angelhakenartigen Stacheln, welche die zweite Hüllspelze der Ährchen bekleiden, leicht auf epizoischem Wege verbreitet werden, bleiben die Früchte bis zur Keimung eingeschlossen. An der Basis kleinerer, vorsichtig aus dem Boden ausgehobener Individuen ist tatsächlich diejenige Ährchengruppe, aus der das oder die betreffenden Individuen aufgewachsen, in mehr oder minder gut erhaltenem Zustande zu finden. Dasselbe Verhältnis lässt sich sehr oft auch an Herbarmaterial beobachten.

### *Ammochloa involucrata* MURB.

Bisher nur aus ein paar Punkten im westlichen Marocko (Larache, Rabat und Casablanca) bekannt. — Einjährig, kleine halbkugelige Polster bildend (Fig. VI, 3, Seite 35). Die Halme sind zahlreich, nur 1—5 cm. hoch und mit einer köpfchen-ähnlichen Rispe abgeschlossen, die aus etwa 6—12 ein- bis dreiblütigen Ährchen besteht. Bei der Fruchtreife macht sich diese terminale Inflorescenz am obersten Kniegelenk des Halmes los und fällt zu Boden, fest von einem schalenförmigen Involucrum umschlossen, das aus einem oder zwei am Grunde breit scheidenartigen und kräftig netzaderigen Blättern gebildet ist (Fig. VI, 4, Seite 35). Das Ausfallen der Frucht aus den Blüten wird dadurch verhindert, dass die Deckspelzen zu einer Röhre mit verengter Mündung zusammengerollt sind. An Material aus Casablanca habe ich in Übereinstimmung hiermit ein halbverwestes Involucralblatt um die Basalteile wenigstens zweier daraus aufgewachsener Individuen sitzen gefunden. — Weniger reichblütige Inflorescenzen sind öfters auch in den unteren Blattachsen anzutreffen. Sie scheinen sich nicht abzulösen; da sie aber meistens gerade in der Bodenfläche gelegen sind, dürften die in ihnen befindlichen Früchte auf der Stelle keimen, wie bei *A. subacaulis* (BAL.) COSS. & DR. — Gleichzeitig damit das die Pflanze betreffs ihrer terminalen Inflorescenz ausgeprägte Synaptospermie aufzuweisen hat, liefert sie also hinsichtlich der basalen Inflorescenzen ein Beispiel für eine Erscheinung, die ich Basicarpie nennen will, und für die ich in einem folgenden Teil dieser Arbeit zu berichten gedenke.



Die mit *Ammochloa* nahe verwandte, in Süd-Afrika heimische *Urochlaena pusilla* NEES hat gleichwie *A. involucrata* eine köpfchenartige, von der Scheide eines Hüllblattes umschlossene Rispe, welche mittelst einer deutlichen Artikulation zusammen mit diesem abfällt.

### **Cornucopiae cucullatum L.**

Einjährige, an feuchten Standorten im Orient (Syrien, Palästina etc.) vorkommende Graminee (Fig. V, 3, Seite 29). Die köpfchenähnlich zusammengedrängten Ährchen, deren Anzahl ein Dutzend erreichen kann, sind von einem gemeinsamen, knorpeligen Involucrum fest umschlossen, welches aus der geschlossenen und trichterartig glockenförmigen Scheide des obersten Stengelblattes besteht. Das Stengelinternodium, welches die Inflorescenz trägt, wird nach der Blüte erhärtet und verdickt, wobei es sich gleichzeitig stark nach unten biegt. Bei der Fruchtreife löst es sich an seinem zugespitzten basalen Ende ab (Fig. IV, 19, Seite 26), und das ganze Gebilde, das folglich eine Mehrzahl von Früchten enthält, fällt zu Boden. — An einem Herbarexemplar im botanischen Museum zu Lund (Smyrna, leg. BALANSA) ist deutlich zu sehen, dass zwei Pflanzen aus ein und demselben, noch um die Wurzelbasen festsitzenden Involucrum aufgewachsen sind.

### **Lygeum Spartum L.**

Mehrjähriges, hauptsächlich im südlichen Mittelmeergebiet verbreitetes und auch innerhalb der Wüstenregion vorkommendes Gras. Das oberste Blatt des Halmes ist bekanntlich als eine spindelförmige, schliesslich pergamentartige Spatha, welche die aus 2—3 einblütigen Ährchen bestehende Inflorescenz ganz und gar umschliesst, ausgebildet. Die Ährchen sind mit ihren Deckspelzen zu einem einheitlichen Gebilde verwachsen, das an der Aussenseite reich pinselhaarig ist und im Querschnitt als eine 2—3-räumige Frucht mit dicker und fast verholzter Aussenhaut und mit einsamigen Fächern erscheint, von denen jedoch das eine oft leer ist. Bei der Fruchtreife löst sich diese scheinfruchtartige Inflorescenz (Fig. IV, 20, Seite 26) von ihrer Befestigung am Grunde der Spatha ab. Schliesslich öffnet sich das Spathablatt bei trockner Witterung hinreichend, um die Inflorescenz, die in Übereinstimmung mit dem Erwähnten gewöhnlich zwei voll entwickelte Früchte enthält, zu Boden fallen zu lassen.

---

## Zur Frage des Vorkommens der Synaptospermie innerhalb verschiedener Florengebiete.

Wie aus den mitgeteilten Angaben über die geographische Verbreitung hervorgeht, sind die Pflanzenarten, bei welchen ich Verkoppelung von Samen oder Früchten nachgewiesen habe, mit wenigen Ausnahmen Bürger der Flora von Nord-Afrika. Einige derselben haben ihre Südgrenze innerhalb der mediterranen Küstenzone, welche in Nordwest-Afrika mit dem arabischen Namen »Tell« bezeichnet wird; die überwiegende Mehrzahl stellt aber mehr oder weniger charakteristische Bestandteile der Vegetation des Sahara-Gebietes oder der nördlich davon gelegenen steppenartigen Hochebenen dar. Dass die Synaptospermie hier eine ganz häufige Erscheinung ist, fällt also gleich auf.

Viele der betreffenden Arten besitzen jedoch Verbreitungsgebiete, die sich mehr oder minder weit ostwärts durch Kleinasien, Arabien, Persien u. s. w. erstrecken, und auch unter den rein orientalischen Formengruppen, welche ich gelegentlich dieser Untersuchung einer Prüfung zu unterwerfen hatte, bin ich übrigens oft genug auf Fälle von Synaptospermie gestossen. Es unterliegt deshalb keinem Zweifel, dass die betreffende Erscheinung eine hervorragende Rolle auch in solchen Gebieten des Orients spielt, welche in klimatischer und pflanzenphysionomischer Hinsicht dem nordafrikanischen Wüsten- und Steppengebiet ähnlich sind.

Dies scheint übrigens auch in den entsprechenden Teilen von Süd-Afrika der Fall zu sein. Zur Bekräftigung dieser Auffassung habe ich allerdings nur einzelne Beobachtungen anzuführen. Eingehende Untersuchungen müssen nämlich an Ort und Stelle unternommen werden oder fordern jedenfalls ein reicheres und bedeutend mehr instruktives Material als das, welches mir zur Verfügung gestanden ist. Folgende Tatsachen scheinen mir jedoch recht bezeichnend. Die Gattung *Neurada*, welche eines der meist ausgeprägten Beispiele von Synaptospermie abgibt, ist im Hererolande durch eine mit der nordafrikanischen *N. procumbens* sehr nahe verwandte Art, *N. austroafricana* SCHINZ, vertreten, und ihre Schwestergattung *Grielum*, welche auf Süd-Afrika beschränkt ist, tritt dort mit vier synaptospermen Arten auf. Die Gattung *Tetragonia* ist ebenfalls in den Kapländern durch mehrere solche Arten vertreten, z. B. durch *T. echinata* AIT., *T. herbacea* L., *T. hirsuta* L. fil. und *T.*



*spicata* L. fil. Auch die Gattung *Tribulus* besitzt in Süd-Afrika eine Mehrzahl synaptospermer Vertreter, wie *T. erectus* ENGL., *T. inermis* ENGL., *T. Pechuelii* KZE., *T. terrestris* L., *T. Zeyheri* SOND. u. s. w. Die kleine Graminee *Urochlaena pusilla* NEES bildet ein südafrikanisches Gegenstück zu der verwandten nordafrikanischen *Ammochloa involucrata* MURB., indem ihre köpfchenähnlich zusammengezogene Rispe das Ganze abfällt. — Da Fälle von Synaptospermie in so grosser Anzahl unter dem unbedeutenden südafrikanischen Material, das ich im Zusammenhang mit dem nordafrikanischen geprüft habe, zum Vorschein gekommen sind, dürfte die Schlussfolgerung berechtigt sein, dass die betreffende Erscheinung nicht auf das Sahara-Gebiet und seine Fortsetzung ostwärts durch den Orient beschränkt, sondern höchst wahrscheinlich für wüsten- oder steppenartige Gebiete überhaupt mehr oder weniger kennzeichnend ist.

Was die Frage betrifft, ob die Synaptospermie innerhalb anderer, in klimatischer und pflanzenphysionomischer Hinsicht schärfer abweichender Florengebiete irgend eine beträchtlichere Rolle spielt, wäre es offenbar wünschenswert gewesen, die Verhältnisse in Nord-Afrika einerseits mit den afrikanischen Tropen oder einem tropischen Gebiet überhaupt vergleichen zu können, andererseits auch mit Nord-Europa. Aus soeben angegebenen Gründen muss ich mich auf das Letztere beschränken.

Inzwischen sei jedoch an das erinnert, was schon S. 8 und 36 hervorgehoben wurde, nämlich dass gewisse Gattungen, wie *Medicago* und *Paronychia*, in Nord-Afrika durch zahlreiche synaptosperme Arten vertreten sind und noch in der europäischen Mittelmeerregion oder in der südrussischen Steppenzone eine Mehrzahl solcher aufweisen, während hingegen in Mittel- und Nord-Europa diese Arten stark zurücktreten und schliesslich durch nicht-synaptosperme ersetzt werden. Zu demselben Ergebnis gelangt man hinsichtlich der übrigen hier behandelten, für Nord-Afrika und Nord-Europa gemeinsamen Gattungen. Ihre Anzahl ist 12. In Nord-Afrika treten sie mit im Ganzen 24 synaptospermen Arten auf, in der europäischen Mittelmeerregion mit 16, in Mittel-Europa mit 5; im südlichen Skandinavien haben sie noch 4 synaptosperme Arten aufzuweisen, im nördlichen aber keine. Zu bemerken ist hierbei, dass dieses Abnehmen nicht auf Verminderung der Artenzahl überhaupt beruht; gewisse der betreffenden Gattungen sind nämlich noch in Nord-Europa durch eine Mehrzahl von Spezies vertreten, wie *Rumex*, *Trifolium*, *Avena* und *Agropyrum*.

Für einen Vergleich des nordafrikanischen Florengebietes mit dem nordeuropäischen wähle ich das sog. Fenno-Scandia, d. h. die Skandinavische Halbinsel nebst Finnland bis zum Onega-See und dem Weissen Meer. — Innerhalb dieses Gebietes, das in Ausdehnung fast der Hälfte des betreffenden Teiles von Nord-Afrika entspricht, und welches sich durch verhältnismässig hohe Luftfeuchtigkeit und reichlichen Niederschlag im Sommer und Herbst sowie auch dadurch auszeichnet, dass der Boden in seinem ursprünglichen Zustand fast überall von zusammenhängenden Vegetationsdecken in der Form von Wäldern, Gebüsch, Wiesen,

Haiden u. s. w. bekleidet ist, scheinen sich nicht mehr als 5 Pflanzenarten zu finden, welche Beispiele von Synaptospermie darbieten. Diese sind *Beta maritima*, *Salsola Kali*, *Circaea lutetiana*, *Agrimonia odorata* und *Medicago minima*. — Zwei von diesen Arten, nämlich *Medicago minima* und *Salsola Kali*, treten hier unter Bedingungen auf, welche nicht wenig an die innerhalb steppenartiger Gebiete herrschenden erinnern, nämlich auf offenen Lokalitäten mit oft stark erwärmbarer Unterlage, wie trockene, sandige Abhänge, bez. Sandwälle oder Sandgürtel am Meeresstrande. Bei der *Salsola*-Art ist übrigens die Synaptospermie als bloss fakultativ zu bezeichnen, indem die Früchte sehr oft einzeln abfallen. — *Circaea lutetiana* hingegen ist ja eine ausgeprägte Waldpflanze, und auch *Agrimonia odorata* tritt meistens in Waldsäumen oder Gebüsch auf. Keine von diesen hat jedoch mehr als zwei Samen verkoppelt, und bei der *Agrimonia*-Art erreicht nicht selten nur der eine volle Entwicklung; übrigens ist zu bemerken, dass bei beiden diesen Pflanzen die Synaptospermie dadurch gewissermassen aufgewogen wird, dass eine ausserordentlich effektive Einrichtung für Verbreitung auf epizoischem Wege vorhanden ist, welche in der Bekleidung des Hypanthiums mit Hakenborsten besteht. — Was schliesslich die *Beta*-Art betrifft, so ist sie innerhalb Fenno-Scandia nur sporadisch an wenigen Punkten den Meeresküsten des südlichsten Schweden entlang angetroffen worden. — Keine der fünf Arten geht übrigens weiter nordwärts als bis 61° n. Br. Innerhalb des ganzen ausgedehnten Gebietes von Fenno-Scandia, das nördlich vom 61-sten Breitengrad liegt, scheint man kein einziges Beispiel von Synaptospermie zu besitzen.

Innerhalb der nordafrikanischen Flora ist hingegen Synaptospermie bisher bei etwa 140 Arten aufgewiesen worden, welche einige 60 Gattungen und 20 verschiedene Familien vertreten. Gegen 100 dieser Arten reichen in die Sahara-Wüste hinein, und von diesen gehören wenigstens 35 der Kategorie von Pflanzen an, welche nicht ausserhalb der eigentlichen, verhältnismässig artenarmen Wüstenregion vorkommen.

In hohem Grade wünschenswert wäre offenbar eine Untersuchung, wie sich die oben besprochenen Verhältnisse innerhalb der tropischen Zone gestalten.

Aus dem hier Angeführten geht jedoch hervor, dass das nordafrikanisch-orientalische Wüsten- und Steppengebiet beim Vergleich mit dem baltischen und subarktischen Europa in hohem Grade durch seinen Reichtum an synaptospermen Pflanzenarten ausgezeichnet ist, sowie dass die Synaptospermie höchst wahrscheinlich auch für andere Florengebiete mit trockenem und warmem Klima mehr oder minder kennzeichnend ist und vielleicht bloss innerhalb solcher eine bedeutendere Rolle spielt.

---



## Die biologische Bedeutung der Synaptospermie.

Dass die Organisationsverhältnisse, welche das Verbreiten der Samen und Früchte der Pflanzen befördern, innerhalb Florengebieten mit zusammenhängenden Vegetationsdecken eine so hervorragende Rolle spielen, ist offenbar kein Zufall. Im Gegenteil muss man annehmen, dass sie in intimster Verbindung mit den dort herrschenden Lebensbedingungen stehen. Besondere Disseminationsanordnungen sind für die Existenz zahlreicher Pflanzenarten notwendig geworden, und die Sinnreichtum und Effektivität, welche sie oft auszeichnen, deuten mit Bestimmtheit darauf hin, dass sie aus einer Selektion im Kampf um Platz und Nahrung hervorgegangen sind. Die betreffenden Organisationsverhältnisse lassen sich somit als für einen bestimmten Zweck ausgebildet betrachten.

Wie hat man dann von biologischem Gesichtspunkt aus die Synaptospermie aufzufassen, welche ja in ganz entgegengesetzter Richtung zu wirken scheint, indem sie die Samenverbreitung im Kleinen hemmt oder unmöglich macht? Darf man auch dieser Erscheinung einen bestimmten, positiven Zweck zuschreiben?

In feuchten Klimaten mit geschlossener Vegetation würde eine Einschränkung des Samenverbreitungsvermögens der Pflanzen natürlich im höchsten Grade ungünstig sein. Wie wir gesehen haben, ist aber im Gegenteil die Synaptospermie für wüsten- und steppenartige Gebiete kennzeichnend. Ganz natürlich stellt sich alsdann die Frage, ob die Synaptospermie vielleicht unter den dort herrschenden Verhältnissen Vorteile bietet.

Wenigstens in einer Hinsicht muss dies der Fall sein. Offenbar ist nämlich, dass eine Anzahl Samen, welche gemeinsam von einer bei eintretendem Niederschlag durchtränkten Fruchtwand umschlossen sind, während der Keimung über ein grösseres Quantum Wasser verfügen können und besser gegen plötzliche Austrocknung geschützt sind, als wenn sie nackt und einzeln für sich verstreut worden wären; dasselbe gilt offenbar von trockenen einsamigen Früchten, welche gemeinsam von einem wasseraufnehmenden Kelch oder Hypanthium umgeben sind oder die in einem von der Mutterpflanze abfallenden Blütenaggregat mit leicht anfeuchtbaren Perianthblättern, Hochblättern u. s. w. stecken bleiben. Tatsächlich verhält es sich so, dass bei der Mehrzahl synaptospermer Pflanzen die um die Samen befindlichen

Hüllen in kurzer Zeit durchtränkt werden und dabei oft ein verhältnismässig ansehnliches Quantum Wasser aufsaugen. — Um jedoch einen sichereren Masstab für die Bedeutung dieser Verhältnisse zu gewinnen, habe ich bei den in der nachstehenden Tabelle aufgenommenen Synaptospermen untersucht: 1) die Gewichtsmenge Wasser, welche im Laufe von 18 Stunden von der ganzen Koppel aufgesogen wurde, 2) die Gewichtsmenge Wasser, die während derselben Zeit von den in die Koppel eingehenden Samen allein aufgenommen worden war, 3) die Anzahl Stunden, die für das Verdunsten des in die ganze Koppel aufgenommenen Wassers erforderlich war, 4) die Zeit, welcher es für die Verdunstung des in die Samen aufgenommenen Wassers bedurfte. Die Relation zwischen den betreffenden Wassermengen ist in Kolumne 3 angegeben, die Relation zwischen den erwähnten Zeiten in Kolumne 6. Die Versuche wurden bei einer Temperatur von etwa 20° C. und bei einer Luftfeuchtigkeit von 50—60 % angestellt; die Verdunstung fand in diffusem Sonnenlicht statt.

|  | Centigram Wasser aufgenommen |                      | Relation zwischen diesen Wassermengen | Anzahl Stunden für die Verdunstung des Wassers |                      | Relation zwischen diesen Zeiten |
|--|------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--|----------------------|---------------------------------|
|  | von der ganzen Koppel        | von den Samen allein |                                       | von der ganzen Koppel                          | von den Samen allein |                                 |
| <i>Aegilops ovata</i> .....            | 15,7                         | 1                    | 15,7:1                                | 10   | 9                    | 1,1:1                           |
| „ <i>ventricosa</i> .....              | 3,9                          | 0,6                  | 6,5:1                                 | 9  | 8                    | 1,3:1                           |
| <i>Lonchophora capiomontiana</i> ..... | 7                            | 1                    | 7:1                                   | 10   | 3                    | 3,3:1                           |
| <i>Medicago ciliaris</i> .....         | 100                          | 5,4                  | 18,5:1                                | 24   | 4                    | 6:1                             |
| „ <i>Echinus</i> .....                 | 160                          | 3,7                  | 43,2:1                                | 24   | 1,5                  | 16:1                            |
| „ <i>orbiculata</i> .....              | 31                           | 2                    | 15,5:1                                | 12   | 3                    | 4:1                             |
| „ <i>turbinata</i> .....               | 22                           | 2                    | 11:1                                  | 12   | 4                    | 3:1                             |
| <i>Neurada procumbens</i> .....        | 51                           | 2                    | 25,5:1                                | 20   | 2                    | 10:1                            |
| <i>Nucularia Perrini</i> .....         | 42                           | 0,8                  | 52,5:1                                | 18   | 2                    | 9:1                             |
| <i>Pteranthus dichotomus</i> .....     | 12                           | 1                    | 12:1                                  | 9  | 2                    | 4,5:1                           |
| <i>Rumex vesicarius</i> .....          | 16                           | 0,6                  | 31,7:1                                | 9  | 6                    | 1,5:1                           |
| <i>Sclerocephalus arabicus</i> .....   | 16                           | 1,5                  | 10,7:1                                | 8  | 1,5                  | 5,3:1                           |
| <i>Scorpiurus sulcatus</i> .....       | 24                           | 1,7                  | 14,1:1                                | 10   | 6                    | 1,7:1                           |
| „ <i>vermiculatus</i> .....            | 144                          | 8                    | 18:1                                  | 24   | 8                    | 3:1                             |

Aus der Tabelle geht hervor, dass das Wasserquantum, welches die Koppel mit darin eingeschlossenen Samen aufnimmt, bei der Mehrzahl untersuchter Formen tatsächlich vielfach grösser ist als das, welches innerhalb desselben Zeitraumes von den Samen allein aufgesogen wird; bei den genuinen Wüstenpflanzen *Neurada procumbens*, *Nucularia Perrini* und *Rumex vesicarius* ist es, gleichwie bei *Medicago Echinus*, 25—50-mal grösser. Man muss sich aber hüten, die Bedeutung dieser Zahlen zu überschätzen, da in manchen Fällen, z. B. bei den *Aegilops*-Arten und *Rumex vesicarius*, die in den Hüllen befindliche Feuchtigkeit so schnell wieder an die Atmosphäre abgegeben wird, dass sie kaum in beträchtlichem Grade den Samen zugute kommen kann. Die in Kolumne 6 angeführte Relation zwischen den Ver-



dunstungszeiten gibt deshalb bessere Leitung für die Beurteilung der Frage von der Bedeutung der feuchten Hüllen beim Keimungsprozess. Aus diesen Verhältniszahlen geht hervor, dass die Zeit, welche für das Austrocknen der ganzen Koppel nötig ist, meistens bloss 3—6-mal länger ist und nur in einem einzelnen Falle<sup>1</sup> mehr als zehnmal länger als die Zeit gewesen ist, welche die Eintrocknung der freigemachten, nackten Samen beansprucht hat. Aus Kolumne 4 geht ausserdem hervor, dass bei den untersuchten Formen die ganze Koppel schon im Laufe von 8—24 Stunden austrocknet. Jedenfalls ist es aber offenbar, dass das vergrösserte Wasserquantum, welches durch die Hüllen den Samen zugeführt wird, diesen einen gewissen Schutz gegen gar zu plötzliche Austrocknung bereiten muss. Dass dies gerade in einem Klima mit hoher Tagestemperatur, geringer Luftfeuchtigkeit und unbedeutenden und sehr unregelmässig eintreffenden Niederschlägen einen entschiedenen Vorteil ausmachen muss, ist leicht einzusehen. Es ist somit zweifellos, dass bei sämtlichen Synaptospermen die um die Samen befindlichen Hüllen die Rolle eines, wenngleich in der Mehrzahl von Fällen ziemlich anspruchslosen, Feuchtigkeitsbehälters spielen.

Auch in einer anderen Hinsicht dürfte die Synaptospermie, infolge der Organisationsverhältnisse durch welche sie bedingt ist, für zahlreiche Pflanzenarten nützlich sein. So kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Koppeln, infolge ihrer Gestalt, oft in hohem Grade geeignet sind, die Verankerung an der Unterlage zu befördern, welche für die ungestörte Entwicklung der Keimpflanze, besonders in wüsten- und steppenartigen Klimaten, so bedeutungsvoll ist (siehe die Auseinandersetzungen im Teil I dieser Arbeit). Hierbei kommen nicht bloss die zahlreichen Fälle in Betracht, wo die Koppel infolge ihrer Ausrüstung mit allerlei Auswüchsen sich leicht an einer unebenen Unterlage festsetzt und, einmal fixiert oder von losen Partikeln bedeckt, leichter in unveränderter und für die Keimung günstiger Lage festgehalten wird (z. B. gewisse *Medicago*- und *Onobrychis*-Arten, *Tribulus*, *Zygophyllum cornutum*, *Lonchophora*, *Neurada*<sup>2</sup>, *Marrubium Alysson*, *Spinacia tetrandra*, *Sclerocephalus* u. s. w.), sondern auch die verhältnismässig grosse Anzahl von Gramineen, welche, infolge der Verkoppelung der Blüten oder Ährchen, mit ausgeprägten Kriechfrüchten versehen sind, die sich früher oder später in Spalten oder zwischen Gegenständen auf der Oberfläche des Bodens einkeilen oder sich unter diese einbohren (z. B. *Aegilops bicornis* und *Ae. ovata*, *Hordeum Delileanum*, *Haynaldia hordeacea* und *H. villosa*, *Agropyrum orientale*, *Heteranthelium piliferum*, *Chloris spathacea*, *Avena Ludoviciana* und *A. sterilis*, *Lygeum Spartum* u. s. w.). — Eine ganz besondere Art der Verankerung kommt bei solchen Synaptospermen vor, wo

<sup>1</sup> Siehe *Medicago Echinus*. Die Relation 16:1 kann darauf beruhen, dass in diesem Falle die Zeit von 18 Stunden, während welcher die Früchte in Wasser eingesenkt gehalten wurden, für die Wasseraufnahme der Samen nicht hinreichend lang gewesen ist. Die Samenschale dieser Pflanze ist nämlich sehr fest und dick.

<sup>2</sup> SV. MURBECK: Über die Organisation, Biologie und verwandtschaftlichen Beziehungen der Neuradoideen, S. 19—21 [Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 12. Nr 6 (1916)].

der Keimling an zwei verschiedenen Stellen die Wand der resistenten Koppelhülle durchbohrt, welche demzufolge um den Wurzelgrund der vollentwickelten Tochterindividuen sitzen bleibt. Bei diesen Synaptospermen kommt es sehr oft vor, dass von den in die Koppel eingehenden Samen bloss ein Teil im ersten Jahre keimt, während andere erst im darauf folgenden zur Keimung gelangen, und wieder andere zuweilen noch längere Zeit als Reserve liegen bleiben. Die Pfahlwurzel der zuerst aufgewachsenen Individuen dient dann offenbar als ein ausserordentlich effektives Verankerungsorgan für die noch ungekeimten Samen und die aus ihnen sich entwickelnden jungen Pflanzen. Fälle dieser Erscheinung sind bei *Neurada procumbens*, *Onobrychis Crista galli*, *Medicago laciniata* und *Trifolium Cherleri*, wie an den betreffenden Stellen erwähnt, oft beobachtet worden.

Man dürfte übrigens annehmen können, dass bei verschiedenen Synaptospermen mit dicken und verholzten Koppelhüllen diese den Samen während ihrer oft langen Ruhezeit Schutz gegen allerlei ungünstige atmosphärische Einflüsse bereiten, sowie auch, besonders wo die Hüllen ausserdem noch mit groben und scharfen Stacheln versehen sind, gegen Angriffe von Tieren<sup>1</sup>. — Die Frage lässt sich auch aufwerfen, ob die Synaptospermie nicht vielleicht auch für die Befruchtung gewisser Fremdbestäuber von Bedeutung sei, dadurch nämlich dass, infolge der Verkoppelung der Samen, Individuen, welche sonst in gar zu grosse Entfernung von einander gekommen wären, in unmittelbarer Nähe von einander aufwachsen können.

Der Synaptospermie eine bedeutungsvollere und zugleich mehr allgemeingültige biologische Aufgabe zuzuschreiben dürfte jedoch kaum möglich sein, und es scheint sogar überlegt werden zu müssen, ob nicht die Vorteile, die sie mit sich führt, vielleicht doch durch die Ungelegenheiten, die mit ihr verbunden sind, aufgewogen oder geradezu übertroffen werden. Denn offenbar ist es ja, dass es auch zu einem gewissen Nachteil für eine Pflanzenart sein muss, dass ihre Samen, statt einzeln verbreitet zu werden, noch bei der Keimung portionsweise verkoppelt gehalten werden, und zwar besonders wenn die Koppeln in der Nähe der Mutterpflanze bleiben müssen. Innerhalb wüstenartiger Klimate, wo der Boden zum grössten Teil sehr dünn bewachsen ist, macht sich allerdings dieser Nachteil weit weniger geltend als in Gebieten mit zusammenhängenden Vegetationsdecken; Raum für die Nachkommenschaft findet sich gewöhnlich schon in der Nähe der Mutterpflanze, und diese

---

<sup>1</sup> In Bollettino della Società di scienze naturali ed economiche di Palermo, Seduta del 2 Aprile 1919, hat Prof. A. Borzì (S. 10—12) ein Referat meiner in Botaniska Notiser 1916 (S. 46—47) gedruckten, sehr kurzgefassten Darstellung der Synaptospermie und ihrer biologischen Bedeutung geliefert. Prof. Borzì sagt hier u. A. Folgendes: »Oltre a ciò, l'Autore ritiene che la sinaptospermia offra il vantaggio di evitare alle nasciture generazioni d'individui di una stessa specie la concorrenza cogli individui di specie diverse, condizione che si avvererebbe se gli individui stessi venissero a disperdersi isolati». — Die Angabe, dass ich der Synaptospermie eine solche Bedeutung zugeschrieben haben sollte, scheint sich nur durch eine irrige Deutung meiner in schwedischer Sprache verfassten Darstellung erklären zu lassen. Jedenfalls habe ich nie die erwähnte Auffassung ausgedrückt.



gibt übrigens meistens schon im folgenden Jahre den Tochterindividuen Platz: ein Überblick der nordafrikanischen Synaptospermen zeigt nämlich, dass mehr als 70 % von ihnen hapaxanthische Arten sind. Klar ist jedoch, dass, wenn mehrere Individuen aus derselben Koppel aufwachsen, ihre Entwicklung verhältnismässig schwach, und ihre Samenproduktion wesentlich vermindert werden muss. Wenn z. B. bei einer *Neurada* eine Mehrzahl von Pflanzen ihre Pfahlwurzeln durch das enge Loch im Boden des Hypanthiums herabsenden, so scheint, sowohl nach Beobachtungen in der Natur wie nach angestellten Kulturversuchen zu urteilen, die Summe der hervorgebrachten Früchte nicht grösser, sondern eher kleiner zu sein, als wenn nur ein einzelnes Tochterindividuum zur Entwicklung gelangt.

In hohem Grade interessant ist aber, dass die Synaptospermie so zu sagen selbst für die erwähnten Ungelegenheiten Abhilfe schafft, insofern nämlich, dass die Organisationseinrichtungen, welche die Ursachen zu gehemmter Samenverbreitung im Kleinen sind, selbst oder im Verein mit anderen Anpassung für Samendispersion über grössere Distanzen bewirken. Bei einer sehr grossen Anzahl von Synaptospermen sind tatsächlich die Samenkoppeln entweder für zoochore Verbreitung, und zwar in der weit überwiegenden Anzahl von Fällen für epizoische, oder auch für anemochore Dispersion eingerichtet.

Unter den Pflanzenarten, deren Samenkoppeln für Verbreitung auf epizoischem Wege eingerichtet sind, will ich, um nur in grösster Kürze einige Beispiele hervorzuheben, in erster Reihe solche erwähnen, wo die Koppeln mit an der Spitze hakig gebogenen Trichomen oder Emergenzen ausgerüstet sind, wie *Scorpiurus subvillosus*, *S. sulcatus* und zahlreiche *Medicago*-Arten (wo die Hakenstacheln die Frucht bekleiden), *Circaea lutetiana* und *Agrimonia odorata* (wo sie das Hypanthium bekleiden), die *Xanthium*-Arten und *Tragus racemosus* (wo sie an Hüllblättern oder Hüllspelzen zu finden sind), ferner solche Arten, wo andere gekrümmte Organe in ähnlicher Weise fungieren, wie *Rochelia stellulata* (wo die Kelchzipfel steif und gebogen und übrigens auch mit Hakenborsten bekleidet sind), *Pteranthus dichotomus*, *Queria hispanica*, *Salsola Kali*, *Statice Bonduelli*, *S. Thouini* und *Echinaria capitata* (wo Hochblätter, bez. Deckspelzen, in erwähnter Weise beschaffen sind). Weiter sind auch solche Arten zu erwähnen, wo gerade Stacheln in entgegengesetzte Richtungen ausgehen oder sich mit einander kreuzen und dadurch denselben Effekt hervorrufen wie die hakig gebogenen, z. B. *Medicago Echinus* und *Spinacia tetrandra*, sowie auch solche, wo gerade Stacheln infolge ihrer Stärke an den Füßen von Tieren, die auf die Koppeln treten, hängen bleiben, z. B. *Tribulus*-Arten, *Neurada* und *Sclerocephalus*. Bei *Cenchrus* kommt epizoische Verbreitung durch abwärtsgerichtete Widerhäkchen an den groben Stacheln zustande, in welche die Involucralborsten umgebildet sind, und bei *Forskählea tenacissima* durch das rauhe Haarkleid an den Involucren sowie an dem zuletzt sehr spröden, leicht in Bruchstücke zerfallenden Stengel. — Endozoische Verbreitung des Inhalts der Samenkoppeln dürfte bei *Ceratonia* und *Prosopis* (siehe S. 10), vielleicht auch bei *Zizyphus*-Arten stattfinden.

Bei einer vielleicht noch grösseren Anzahl von Synaptospermen kommt Verbreitung über grosse Abstände mit Hilfe des Windes zustande. In erster Reihe mögen solche erwähnt werden, wo die mehrsamige Frucht hierfür angepasst ist, z. B. *Hymenocarpus circinnatus*, *H. nummularius*, *Onobrychis venosa*, *Biserrula Pelecinus*, *Paliurus australis* und *Zilla macroptera* (wo die Frucht entweder flachgedrückt, häutig oder pergamentartig, oder mit derartigen Flügelleisten versehen ist), weiter *Medicago ciliaris*, *M. Echinus*, *M. orbicularis*, *M. scutellata* und *Enarthrocarpus clavatus* (wo die Frucht infolge ihres geringen Gewichts und ihrer abgerundeten oder zylindrischen Form leicht vor dem Winde einher rollt). Bei anderen, wie *Rochelia stellulata*, *Marrubium deserti* und *Saccocalyx satureoides*, schliesst ein vom Winde leicht vertragener Blütenkelch eine Mehrzahl von Früchten ein. Bei wieder anderen Arten ist es ein ganzes Blütenaggregat, das in sehr verschiedener Weise für anemochore Verbreitung angepasst ist, z. B. *Rumex planivalvis*, *R. roseus* und *R. vesicarius* (durch grosse, häutige innere Perigonblätter), viele *Paronychia*-Arten (durch grosse, häutige Hochblattstipeln), *Ammochloa involuerata*, *Pennisetum*-Arten, *Gaillonia Reboudiana*, *Cometes abyssinica* und *Forskählea tenacissima* (durch leichte, buschige und sonst in sehr verschiedener Weise beschaffene Involucra), *Statice Bonduelli*, *S. sinuata* und *S. Thouini* (durch häutigen Kelch und breite, pergamentartige Flügelleisten am Stiel der Partialinflorescenzen), *Trifolium Cherleri* (grosse, leichte, halbkugelige Blütenköpfe), *Queria hispanica* und *Salsola Kali* (Einherrollen vor dem Winde von Partialinflorescenzen, grösseren Bruchstücken des Stengels oder zuweilen ganzer Individuen), *Tetrapogon villosus* (Flugkoppeln), *Avena sterilis* u. A. (Hüpfkoppeln).

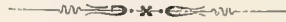
Aber wenngleich eine sehr beträchtliche Anzahl von Synaptospermen — sie lassen sich auf mehr als 60 % der ganzen Zahl schätzen — mit Einrichtungen für zoochore oder anemochore Verbreitung versehen sind, kann man natürlich nicht behaupten, dass die Synaptospermie als solche die Aufgabe hat, Samenverbreitung über grosse Distanzen zu befördern. Eine solche ist ohne Zweifel ein sehr wichtiges Ziel auch für die Synaptospermen, man dürfte aber nicht irren, wenn man bei ihnen die Fernverbreitung am ehesten als ein Gegengewicht gegen die Einschränkung des Naheverbreitungsvermögens auffasst, welche unausbleiblich mit der Verkoppelung einer Mehrzahl von Samen oder Früchten verbunden ist.

Als Zusammenfassung des Angeführten dürfte man hinsichtlich der biologischen Bedeutung der hier behandelten Erscheinung folgendes sagen können.

Die Synaptospermie scheint, wenn man davon absieht, dass sie die Samen während der Keimung vor allzu plötzlichem Austrocknen schützt und in zahlreichen Fällen ihre Verankerung erleichtert, kaum eine bestimmte und allgemeiner gültige biologische Aufgabe zu besitzen. Sie scheint am ehesten ein Ausdruck für das Verhältnis zu sein, dass in wüsten- und steppenartigen Klimaten Organisationseinrichtungen für Samenverbreitung im Kleinen überflüssig



oder weniger erforderlich sind. Als Gegengewicht der in solchen Klimaten verhältnismässig unbedeutenden Nachteile einer gehemmten Samendispersion im Kleinen, ist die Synaptospermie sehr oft mit Organisationseinrichtungen verbunden, welche in hohem Grade das Umherführen der Samenkoppeln über grosse Distanzen befördern.



## Verzeichnis der erwähnten Gattungen.

Kursiv gedruckte Ziffern verweisen auf Seiten, die von der betreffenden Gattung eine Abbildung enthalten.

|                                       |                                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Aegilops 25, 26, 39, 47, 48           | Neurada 7, 17, 29, 43, 47, 48, 50 |
| Agrimonia 7, 22, 45, 50               | Nucularia 19, 33, 47              |
| Agropyrum 19, 27, 48                  | Onobrychis 5, 7, 48, 51           |
| Alchemilla 22                         | Paliurus 12, 16, 51               |
| Alhagi 7, 10                          | Paronychia 34, 44, 51             |
| Ammochloa 35, 41, 51                  | Pennisetum 19, 40, 51             |
| Avena 28, 48, 51                      | Poterium 22                       |
| Beta 32, 45                           | Prosopis 10                       |
| Biserrula 6, 7, 51                    | Pteranthus 26, 33, 35, 47, 50     |
| Cenchrus 26, 40, 50                   | Queria 26, 37, 50, 51             |
| Ceratonia 10                          | Raphanus 15                       |
| Cerithe 7, 10                         | Rochelia 15, 19, 50, 51           |
| Chloris 26, 28, 48                    | Rumex 12, 30, 47, 51              |
| Circaea 7, 20, 45, 50                 | Saccocalyx 19, 21, 51             |
| Citrullus 20                          | Salsola 19, 32, 45, 50, 51        |
| Cometes 26, 34, 35, 51                | Sarcocapnos 13, 19                |
| Cornucopiae 26, 29, 42                | Sclerocephalus 26, 37, 47, 48, 50 |
| Echinaria 19, 28, 50                  | Scorpiurus 7, 9, 47, 50           |
| Enarthrocarpus 7, 14, 51              | Secale 26, 27                     |
| Forskählea 19, 30, 50, 51             | Spinacia 19, 32, 48, 50           |
| Gaillonia 12, 26, 39, 51              | Statice 19, 26, 37, 50, 51        |
| Grielum 18, 43                        | Tetragonia 18, 19, 43             |
| Gymnocarpus 26, 36                    | Tetrapogon 19, 27, 51             |
| Halanthium 33                         | Tragus 19, 41, 50                 |
| Haynaldia 25, 26, 48                  | Tribulus 7, 11, 12, 44, 48, 50    |
| Heteranthelium 26, 27, 48             | Trifolium 24, 26, 29, 51          |
| Hippocrepis 7, 9                      | Urochlaena 42, 44                 |
| Hordeum 26, 40, 48                    | Verbena 19, 22                    |
| Hymenocarpus 7, 8, 51                 | Vitex 16                          |
| Limoniastrum 19, 38                   | Xanthium 12, 24, 50               |
| Lonchophora 7, 14, 47, 48             | Zilla 7, 14, 51                   |
| Lygeum 26, 42, 48                     | Zizyphus 12, 16, 50               |
| Marrubium 19, 21, 48, 51              | Zygophyllum 7, 13, 48             |
| Medicago 6, 7, 44, 45, 47, 48, 50, 51 |                                   |







# DIE KONGRUENZEN

$$(\lambda + 1)^p - \lambda^p - 1 \equiv 0 \pmod{p^v}$$

UND

# DIE NATUR IHRER LÖSUNGEN

VON

A. ARWIN



LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ



Der K. Physiographischen Gesellschaft am 12. März 1919 vorgelegt.

LUND 1921  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

# Inhalt.

|   | Seite |
|---|-------|
| Einleitung .....  | 5     |
| § 1. Notwendige und hinreichende Bedingungen der Existenz von Lösungen der Kongruenzen  |       |
| $(\lambda + 1)^p - \lambda^p - 1 \equiv 0 \pmod{p^\nu},$  |       |
| Untersuchungen über die Entwicklungen   |       |
| $a^p \equiv a + m_1 p + m_2 p^2 + \dots + m_{\nu-1} p^{\nu-1} \pmod{p^\nu}$<br>$(a + 1)^p \equiv a + 1 + n_1 p + n_2 p^2 + \dots + n_{\nu-1} p^{\nu-1} \pmod{p^\nu}$  |       |
| herbeiführend .....   |       |
| § 2. Methode, um die Koeffizienten $m_\tau$ und $n_\tau$ durch Auflösen eines gewissen Systemes von linearen Kongruenzen $\pmod{p}$ zu bestimmen. Existenzbeweis solcher Systeme von linearen Kongruenzen .....   | 14    |
| § 3. Numerische Beispiele, um die Methode des vorigen Paragraphen zu erläutern.....   | 18    |
| § 4. Der Zusammenhang zwischen dem Probleme $m_\tau$ zu bestimmen und dem der Kongruenzen   |       |
| $x^n \equiv 1 \pmod{p^\nu}$   |       |
| $p - 1 \equiv 0 \pmod{n}$ zu lösen. Vereinfachungen, die daraus gewonnen werden können. Numerische Beispiele um diesen Sachverhalt zu erläutern, und andere Beispiele, um zu zeigen, wie in besonderen Fällen andere und kürzere Wege eingeschlagen werden können, um die $m_\tau$ zu berechnen ..... | 21    |
| § 5. Einführen der sog. $l_p$ -Operationen, die sich auf die Entwicklung  |       |
| $a^{p-1} \equiv 1 + p l_p a + p^2 l_p^2 a + \dots + p^{\nu-1} l_p^{\nu-1} a \pmod{p^\nu}$   |       |
| beziehen. Nachweisen des Zusammenhanges dieser Methode und der von § 2; und der Vorteile des $l_p$ -Rechnens. Numerische Beispiele .....  | 24    |
| § 6. Herleitung der bekannten Formel des Herrn Lerch für $l_p a$ . Vereinfachungen, von mir gegeben, in dem Falle, wo $a$ einem niedrigeren Exponenten als $p - 1$ angehört. Beispiele der Menge von Relationen unter diesen $l_p a$ , durch das $l_p$ -Rechnen gewonnen. ..                          | 26    |
| § 7. Das $l_p^2$ -Rechnen als direkte Verallgemeinerung der $l_p$ -Operationen; Formeln, numerische Berechnung von $l_{59}^2 2$ , $l_{59}^2 3$ und $l_{59}^2 5$ .....   | 32    |





## Einleitung.

Ich habe in einer vorigen Arbeit \* die Kongruenz

$$(\lambda + 1)^p - \lambda^p - 1 \equiv 0 \pmod{p^\nu} \quad (1)$$

für  $\nu = 2$  von, sozusagen, gruppenartigem Gesichtspunkte aus untersucht, indem ich die Lösungen in gewisse Systeme von Gruppen verteilt habe, die gewisse, einfachere Kongruenzen von dem sechsten Grade  $\pmod{p^2}$ , in denen nur eine einzige Konstante  $k_{\tau_\nu}$ , die »Invariante Konstante«, auftritt, befriedigen; Beziehungen unter diesen  $k_{\tau_\nu}$  aufgestellt etc.; dazu auch die Bedingung der Existenz einer Lösung von (1) gegeben, indem ich dargelegt habe, dass es notwendig und hinreichend für eine Lösung  $\lambda \equiv a \pmod{p^2}$   $a < p$  wird, dass  $a$  der beiden Kongruenzen

$$\begin{aligned} a^p &\equiv a + m_1 p \\ (a + 1)^p &\equiv a + 1 + m_1 p \end{aligned} \pmod{p^2}$$

gleichzeitig genügt. Ich gehe in dieser Arbeit dazu über, Untersuchungen der Kongruenzen (1)  $\pmod{p^\nu}$   $\nu > 2$  anzustellen. Dabei bieten die »gruppenartigen« Gesichtspunkte nichts wesentlich Neues, während die notwendigen und hinreichenden Bedingungen der Existenz von Lösungen mehrere interessante Tatsachen hervortreten lassen. Man wird zu den Entwicklungen

$$\begin{aligned} a^p &\equiv a + m_1 p + m_2 p^2 + \dots + m_{\nu-1} p^{\nu-1} \\ (a + 1)^p &\equiv a + 1 + n_1 p + n_2 p^2 + \dots + n_{\nu-1} p^{\nu-1} \end{aligned} \pmod{p^\nu} \quad (2)$$

geführt, und erhält als Bedingungen der Existenz von Lösungen gewisse Kongruenzbeziehungen unter den  $m_\tau$  und  $n_\tau$ . Deshalb gehe ich dann dazu über, Methoden anzugeben, um die Koeffizienten  $m_\tau$  in (2) zu berechnen, wobei in § 2 gezeigt wird, wie eine Koeffizientenbestimmung in einfacher Weise angestellt werden kann, wenn diese für mehrere Zahlen  $a, b, c$  etc. gleichzeitig ausgeführt wird, indem man durch sukzessives Lösen  $\pmod{p}$  eines Systems von relativ einfachen, linearen Kongruenzen die Koeffizienten erhält. In § 3 folgen numerische Beispiele; unter anderem wird nach dieser Methode

$$2^{1093} \equiv 2 \pmod{1093^2}$$

---

\* A. ARWIN: Acta Mathem. Bd 42.



bestätigt \*. In § 4 wird dargelegt, wie das Lösen der Kongruenzen

$$x^n \equiv 1 \pmod{p^\nu}$$

im Grunde fast dieselbe Koeffizientenbestimmung wie in (2) veranlässt. Infolgedessen können in manchen Fällen Vereinfachungen der zum Lösen aufgestellten Kongruenzsysteme erzielt werden, und dies wird mit Beispielen erläutert. Ich weise schliesslich auch mit Beispielen nach, wie in besonderen Fällen andere und zufälliger Wege, die schneller als die allgemeine Methode zum Ziele, dem Berechnen der  $m_\tau$  in (2), führen, eingeschlagen werden können. In § 5 werden die  $l_p$ -Operationen, wie ich sie genannt habe, eingeführt, die sich beispielsweise schon mit anderen Bezeichnungen bei Bachmann \*\* vorfinden, und die sich auf die Entwicklungen

$$a^{p-1} \equiv 1 + p l_p a + p^2 l_p^2 a + \dots + p^{\nu-1} l_p^{\nu-1} a \pmod{p^\nu} \quad (3)$$

beziehen. Ich zeige dann, wie das  $l_p$ -Rechnen im Grunde mit der Methode des § 2 zusammenfällt. Wie es diese mit Vorteil ersetzt, wird auch mit Beispielen erläutert. In § 6 wird Herr Lerch's \*\*\* Formel für  $l_p a$  hergeleitet, und auch einige von den vielen Relationen, zu denen diese  $l_p a$  Anlass geben, hervorgehoben, worauf schliesslich von mir gegebene Vereinfachungen der Formel des Herrn Lerch für  $l_p a$  in dem Falle hergeleitet werden, wo  $a$  zu einem niedrigeren Exponenten als  $p - 1$  gehört. In § 7 folgt eine Verallgemeinerung der  $l_p$ -Operationen, nämlich die Operationen  $l_p^2$ , vermittelst deren die Zahl  $l_p^2 a$  in (3) gefunden werden kann. Um die Zahl  $l_p^2 a$  numerisch zu berechnen, werden Formeln denen von  $l_p a$  entsprechend aufgestellt; endlich wird dargelegt, wie beispielsweise solche Aufgaben wie das numerische Berechnen der Zahlen  $l_{59}^2 2$ ,  $l_{59}^2 3$  und  $l_{59}^2 5$  (schon nach der Methode § 2 ausgeführt) vermittels dieses  $l_p^2$ -Rechnens gelöst werden können. Von  $l_p^2$  aus wird im Prinzip die Verallgemeinerung auf  $l_p^\tau$   $\tau > 2$  nicht schwierig, wenn auch das Handhaben dieser  $l_p^\tau$ -Operationen mit wachsendem  $\tau$  besonders verwickelt wird.

\* W. MEISSNER: Sitzungsber. der Königl. Preuss. Akademie der Wissensch. 1913 Bd XXXV.

\*\* P. BACHMANN: Niedere Zahlentheorie Bd I S. 160.

\*\*\* M. LERCH: Math. Annalen Bd 60 S. 473.

## § 1.

Um

$$(\lambda + 1)^p - \lambda^p - 1 \equiv 0 \pmod{p^\nu} \quad (4)$$

zu lösen, führe ich formal

$$\begin{aligned} \lambda &\equiv b_0 + \sum_1^{\nu-1} b_\tau p^\tau \\ b_0^p &\equiv b_0 + \sum_1^{\nu-1} m_\tau p^\tau \pmod{p^\nu} \\ (b_0 + 1)^p &\equiv b_0 + 1 + \sum_1^{\nu-1} n_\tau p^\tau \end{aligned} \quad (5)$$

ein, wo  $b_\tau$ ,  $n_\tau$  und  $m_\tau > 0$  aber  $< p$  angenommen werden. Wir erhalten dann

$$\begin{aligned} \lambda^p &\equiv b_0^p + p b_0^{p-1} p(b_1 + b_2 p + \dots + b_s p^{s-1} + \dots) + \\ &+ \frac{p(p-1)}{2} b_0^{p-2} p^2(b_1 + b_2 p + \dots + b_s p^{s-1} + \dots)^2 + \\ &+ \frac{p(p-1)(p-2)}{3!} b_0^{p-3} p^3(b_1 + b_2 p + \dots + b_s p^{s-1} + \dots)^3 + \dots \equiv \\ &\equiv b_0^p \left[ 1 + p^2 \frac{b_1}{b_0} + p^3 \left( \frac{b_2}{b_0} - \frac{b_1^2}{2b_0^2} \right) + p^4 \left( \frac{b_3}{b_0} + \frac{b_1^2}{2b_0^2} - \frac{b_1 b_2}{b_0^2} + \frac{b_1^3}{3b_0^3} \right) + p^5(\dots) + \dots \right] \pmod{p^\nu} \end{aligned} \quad (6)$$

Wird  $b_0^p$  aus (5) in (6) eingesetzt, erhält man, nachdem die Glieder nach Potenzen von  $p$  geordnet worden sind

$$\begin{aligned} \lambda^p &\equiv b_0 + m_1 p + p^2(m_2 + b_1) + p^3 \left( m_3 + m_1 \frac{b_1}{b_0} + b_2 - \frac{b_1^2}{2b_0} \right) + p^4 \left[ m_4 + \right. \\ &+ m_2 \frac{b_1}{b_0} + m_1 \left( \frac{b_2}{b_0} - \frac{b_1^2}{2b_0^2} \right) + b_3 + \frac{b_1^2}{2b_0} - \frac{b_1 b_2}{b_0} + \frac{b_1^3}{3b_0^2} \left. \right] + p^5(\dots) \pmod{p^\nu}. \end{aligned} \quad (7)$$

Einen entsprechenden Ausdruck für  $(\lambda + 1)^p$  erhalten wir unmittelbar, wenn wir  $b_0$  gegen  $b_0 + 1$  und  $m_\tau$  gegen  $n_\tau$  umtauschen. Daraus werden leicht notwendige und hinreichende Bedingungen der Lösbarkeit für  $\nu = 2, 3$  etc. sukzessiv hergeleitet. Für  $\nu = 2$  findet man einfach

$$m_1 \equiv n_1 \pmod{p}$$

oder auch

$$m_1 = n_1$$



Für  $\nu = 3$

$$\begin{aligned} m_1 &= n_1 \\ m_2 &\equiv n_2 \pmod{p} \end{aligned}$$

d. h.

$$m_2 = n_2.$$

Im Falle  $\nu = 2$  wird also die Bedingung der Existenz einer Lösung  $\lambda$

$$\begin{aligned} b_0^p &\equiv b_0 + m_1 p \\ (b_0 + 1)^p &\equiv b_0 + 1 + m_1 p \end{aligned} \pmod{p^2}$$

und wenn diese Bedingung erfüllt ist, ergeben sich alle Lösungen aus

$$\lambda \equiv b_0 + b_1 p \pmod{p^2},$$

wo  $b_1$  beliebig  $< p$  gewählt werden darf. Im Falle  $\nu = 3$  wird die Bedingung

$$\begin{aligned} b_0^p &\equiv b_0 + m_1 p + m_2 p^2 \\ (b_0 + 1)^p &\equiv b_0 + 1 + m_1 p + m_2 p^2 \end{aligned} \pmod{p^3}$$

und die Lösungen werden aus

$$\lambda \equiv b_0 + b_1 p + b_2 p^2 \pmod{p^3}$$

gegeben, wo  $b_1$  und  $b_2$  beide beliebig  $< p$  sind. Für  $\nu = 4$  ergibt sich

$$b_0(b_0 + 1)(n_3 - m_3) \equiv m_1 b_1 - \frac{b_1^2}{2} \pmod{p} \quad (8)$$

d. h. wenn  $m_3$  und  $n_3$  als gegeben angenommen werden, dann muss  $b_1$  einer quadratischen Kongruenz (8) genügen, wenn überhaupt Lösungen existieren können. Werden die Wurzeln der Kongruenz (8)  $b_1^{(1)}$  und  $b_1^{(2)}$  genannt, so erhalten wir zwei Systeme Lösungen

$$\begin{aligned} \lambda &\equiv b_0 + b_1^{(1)} p + b_2 p^2 + b_3 p^3 \\ \lambda &\equiv b_0 + b_1^{(2)} p + b_2 p^2 + b_3 p^3 \end{aligned} \pmod{p^4}$$

wo  $b_2$  und  $b_3$  beliebig  $< p$  sind, unter der Bedingung, dass in

$$\begin{aligned} b_0^p &\equiv b_0 + m_1 p + m_2 p^2 + m_3 p^3 \\ (b_0 + 1)^p &\equiv b_0 + 1 + m_1 p + m_2 p^2 + m_3 p^3 \end{aligned} \pmod{p^4}$$

die Werte  $n_3$  und  $m_3$  die Kongruenz (8)  $\pmod{p}$  lösbar machen. Dies setzt voraus, dass nicht  $b_1^{(1)} \equiv b_1^{(2)} \pmod{p}$  wird; ein Ausnahmefall, der bald ausführlicher besprochen werden wird, wobei die beiden Systeme in einen einzigen mit

$$b_1^{(1)} \equiv b_1^{(2)} \equiv m_1 \pmod{p} \quad (9)$$

übergehen. Für  $\nu = 5$  ergibt sich aus (7)

$$\begin{aligned} (n_4 - m_4) &\equiv \left[ m_2 b_1^{(i)} + \frac{(b_1^{(i)})^2}{2} + b_2(m_1 - b_1^{(i)}) \right] \frac{1}{b_0(b_0 + 1)} + \\ &+ \left[ \frac{(b_1^{(i)})^3}{3} - \frac{m_1(b_1^{(i)})^2}{2} \right] \frac{2b_0 + 1}{\{b_0(b_0 + 1)\}^2} - X_3(n_3, m_3; b_0, b_1^{(i)}) \quad (i = 1 \text{ u. } 2) \end{aligned} \pmod{p} \quad (10)$$

wo  $X_3$  aus der Kongruenz

$$\frac{(n_3 - m_3) - \frac{1}{b_0(b_0 + 1)} \left[ m_1 b_1^{(i)} - \frac{(b_1^{(i)})^2}{2} \right]}{p} \equiv X_3(n_3, m_3; b_0, b_1^{(i)}) \pmod{p}$$

bestimmt wird. Das für uns Beachtenswerte liegt darin, dass  $b_2$  in (10) linear eingeht, und dass  $b_2$  im Falle verschiedener Wurzeln von (8) den Koeffizienten  $(m_1 - b_1^{(i)}) \not\equiv 0 \pmod{p}$  besitzt. Von dem Ausnahmefalle abgesehen, wird also  $b_2$  aus (10)  $\pmod{p}$  eindeutig bestimmt. Im Falle  $\nu = 5$  erhalten wir dann die beiden Lösungssysteme

$$\begin{aligned} \lambda &\equiv b_0 + b_1^{(1)} p + b_2^{(1)} p^2 + b_3 p^3 + b_4 p^4 \\ \lambda &\equiv b_0 + b_1^{(2)} p + b_2^{(2)} p^2 + b_3 p^3 + b_4 p^4 \end{aligned} \pmod{p^5}$$

wo  $b_3$  und  $b_4$  beliebige ganze Zahlen  $< p$ ;  $b_1^{(1)} \not\equiv b_1^{(2)}$  Lösungen der quadratischen Kongruenz (8) sind. Die Werte  $b_2^{(1)}$  und  $b_2^{(2)}$  werden aus (10) berechnet, wenn  $b_1^{(1)}$  bzw.  $b_1^{(2)}$  darin eingeführt worden sind. Ferner müssen die Kongruenzen

$$\begin{aligned} b_0^p &\equiv l_0 + m_1 p + m_2 p^2 + m_3 p^3 + m_4 p^4 \\ (b_0 + 1)^p &\equiv b_0 + m_1 p + m_2 p^2 + m_3 p^3 + m_4 p^4 \end{aligned} \pmod{p^5}$$

befriedigt sein, wo  $n_3$  und  $m_3$  Anlass zum Lösen der Kongruenz (8) geben sollen, während die Werte  $n_4$  und  $m_4$  beliebig sein können. Als Bedingung einer Lösung  $\pmod{p^{s+3}}$  über  $\pmod{p^{s+2}}$  für  $s > 3$  hinaus kommt immer das Bestehen einer neuen Kongruenz

$$\psi_{s+2}(n_{s+2}, n_{s+1}, \dots; m_{s+2}, m_{s+1}, \dots; b_0 \dots b_s) \equiv 0 \pmod{p} \quad (11)$$

hinzu. Suchen wir von (6) ausgehend den Koeffizienten von  $p^{s+2}$  zu bestimmen, so finden wir

$$\begin{aligned} m_{s+2} + b_{s+1} + \frac{b_s}{b_0} (m_1 - b_1) + \frac{b_{s-1}}{b_0} \left( m_2 - b_2 + b_1 - \frac{m_1 b_1}{b_0} + \frac{b_1^2}{b_0} \right) + \\ + \frac{b_{s-2}}{b_0} \left( m_3 - b_3 + b_2 + \frac{m_1 b_1}{b_0} - \frac{m_1 b_2}{b_0} - \frac{m_2 b_1}{b_0} + 2 \frac{b_1 b_2}{b_0} + \frac{m_1 b_1^2}{b_0^2} - \frac{3 b_1^2}{2 b_0} - \frac{b_1^3}{b_0^2} \right) + \dots \end{aligned} \quad (12)$$

und können daraus schliessen, dass in dem Falle, wo die Kongruenz (8) verschiedene Wurzeln besitzt, (11) in  $b_s$  ( $s \geq 2$ ) immer linear und mit einem von Null verschiedenen Koeffizienten ausgestattet wird. Wir können, wenn wir von dem Ausnahmefalle absehen, folgenden Satz aussprechen:

Die notwendige und hinreichende Bedingung einer Lösung der Kongruenz

$$(\lambda + 1)^p - \lambda^p - 1 \equiv 0 \pmod{p^\nu} \quad (1)$$

wird ihre Lösbarkeit  $\pmod{p^4}$ . Wenn dies der Fall ist, ergeben sich die beiden Lösungssysteme

$$\begin{aligned} \lambda &\equiv b_0 + \sum_{\tau=1}^{\nu-3} b_\tau^{(1)} p^\tau + b_{\nu-2} p^{\nu-2} + b_{\nu-1} p^{\nu-1} \\ \lambda &\equiv b_0 + \sum_{\tau=1}^{\nu-3} b_\tau^{(2)} p^\tau + b_{\nu-2} p^{\nu-2} + b_{\nu-1} p^{\nu-1} \end{aligned} \pmod{p^\nu} \quad (13)$$



wo  $b_{\nu-2}$  und  $b_{\nu-1}$  beliebig  $< p$ ;  $b_1^{(1)} \not\equiv b_1^{(2)}$  Lösungen von (8) sind; und wo die übrigen  $b_\tau^{(i)}$  ( $i = 1$  oder  $2$ ) eindeutig aus linearen Kongruenzen bestimmt werden. In den Entwicklungen

$$b_0^p \equiv b_0 + m_1 p + m_2 p^2 + m_3 p^3 + \sum_{\tau=4}^{\nu-1} m_\tau p^\tau \pmod{p^\nu} \quad (14)$$

$$(b_0 + 1)^p \equiv b_0 + 1 + m_1 p + m_2 p^2 + n_3 p^3 + \sum_{\tau=4}^{\nu-1} n_\tau p^\tau$$

müssen  $n_3$  und  $m_3$  (8) lösbar machen; sonst können aber alle  $m_\tau$  und  $n_\tau$  für  $\tau \geq 4$  beliebig angenommen werden. Wir haben nun auch den erwähnten Ausnahmefall, wo (8) gleiche Wurzeln  $(\text{mod } p)$  erhält, zu untersuchen. An die Stelle der beiden Lösungssysteme  $(\text{mod } p^4)$  tritt das einzige

$$\lambda \equiv b_0 + m_1 p + b_2 p^2 + b_3 p^3 \pmod{p^4} \quad (15)$$

Die Kongruenz (8) selbst kann wegen

$$b_1 \equiv m_1 \pmod{p} \quad (9)$$

in die Form

$$2b_0(b_0 + 1)(n_3 - m_3) \equiv m_1^2 \pmod{p} \quad (8')$$

gebracht werden, d. h. als eine Bedingungskongruenz unter den Zahlen  $n_3$ ,  $m_3$  und  $m_1$  aufgefasst werden. Die Existenz einer Lösung  $(\text{mod } p^5)$  erfordert ausserdem, dass (10) als neue Bedingungskongruenz unter den  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $m_4$ ,  $n_3$  und  $n_4$  erfüllt wird. In den Lösungen  $(\text{mod } p^4)$  werden  $b_2$  und  $b_3$  beliebig;  $(\text{mod } p^5)$  alle drei  $b_2$ ,  $b_3$  und  $b_4$ . Suchen wir nun auch eine Lösung  $(\text{mod } p^6)$ , so kommt als hinzutretende Bedingungskongruenz eine in  $b_2$  quadratische hinzu. Erstens

$$X_4 + (n_5 - m_5) - \frac{m_1 b_1^2 - m_2 b_1^2}{2[b_0(b_0 + 1)]^2} (2b_0 + 1) \equiv \frac{b_3(m_1 - b_1)}{b_0(b_0 + 1)} +$$

$$+ b_2 \left[ \frac{m_2 + b_1}{b_0(b_0 + 1)} + \frac{b_1(b_1 - m_1)}{[b_0(b_0 + 1)]^2} (2b_0 + 1) \right] - \frac{b_2^2}{2} \frac{1}{b_0(b_0 + 1)} \pmod{p}$$

und ferner wegen (9)

$$X_4 + (n_5 - m_5) - \frac{m_1^3 - m_1^2 m_2}{2[b_0(b_0 + 1)]^2} (2b_0 + 1) \equiv b_2 \frac{m_2 + m_1}{b_0(b_0 + 1)} - \frac{b_2^2}{2} \frac{1}{b_0(b_0 + 1)} \pmod{p}.$$

Wird diese Kongruenz mit zwei verschiedenen Wurzeln  $b_2^{(1)}$  und  $b_2^{(2)}$  lösbar, so zeigt uns (12), dass zwar  $b_s$  fortfällt, dass aber auch alle  $b_{s-1} \pmod{p}$  für  $s > 3$  eindeutig bestimmt werden, denn der Koeffizient von  $b_{s-1}$  verschwindet hier wie im Falle der Kongruenz (8) nur dann, wenn die quadratische Kongruenz in  $b_2$  gleiche Wurzeln aufweist. Kann also (1) in dem oben charakterisierten Ausnahmefalle  $(\text{mod } p^6)$  gelöst werden, so erhalten wir  $(\text{mod } p^7)$  die beiden Lösungssysteme

$$\lambda \equiv b_0 + b_1 p + b_2^{(1)} p^2 + b_3^{(1)} p^3 + b_4 p^4 + b_5 p^5 + b_6 p^6 \pmod{p^7} \quad (16)$$

$$\lambda \equiv b_0 + b_1 p + b_2^{(2)} p^2 + b_3^{(2)} p^3 + b_4 p^4 + b_5 p^5 + b_6 p^6$$

wo  $b_4$ ,  $b_5$  und  $b_6$  beliebig ganze Zahlen  $< p$ ;  $b_1$  Lösung einer quadratischen Kongruenz mit gleichen Wurzeln;  $b_2^{(1)} \not\equiv b_2^{(2)}$  Lösungen einer zweiten quadratischen

Kongruenz  $(\bmod p)$  sind. Die Werte  $b_3^{(1)}$  und  $b_3^{(2)}$  werden wiederum eindeutig aus einer linearen Kongruenz  $(\bmod p)$  von den Werten  $b_2^{(1)}$  bzw.  $b_2^{(2)}$  bestimmt. Lösungen von (1)  $(\bmod p^\nu)$  existieren also immer in diesem Ausnahmefalle für jedes  $\nu > 6$ , wenn sie nur  $(\bmod p^6)$  gelöst werden kann. Die beiden Lösungssysteme werden

$$\begin{aligned} \lambda &\equiv b_0 + b_1 p + \sum_{\tau=2}^{\nu-4} b_\tau^{(1)} p^\tau + \sum_{\tau=\nu-3}^{\nu-1} b_\tau p^\tau \\ \lambda &\equiv b_0 + b_1 p + \sum_{\tau=2}^{\nu-4} b_\tau^{(2)} p^\tau + \sum_{\tau=\nu-3}^{\nu-1} b_\tau p^\tau \end{aligned} \pmod{p^\nu} \quad (17)$$

wo  $b_{\nu-3}$ ,  $b_{\nu-2}$  und  $b_{\nu-1}$  beliebig sind und wo  $b_1$  und  $b_\tau^{(i)}$ , wie oben erklärt worden ist, berechnet werden können. In

$$\begin{aligned} b_0^p &\equiv b_0 + m_1 p + m_2 p^2 + \sum_{\tau=3}^{\nu-1} m_\tau p^\tau \\ (b_0 + 1)^p &\equiv b_0 + 1 + m_1 p + m_2 p^2 + \sum_{\tau=3}^{\nu-1} n_\tau p^\tau \end{aligned} \pmod{p^\nu} \quad (18)$$

unterliegen  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $m_4$ ,  $n_3$  und  $n_4$  bestimmten Bedingungskongruenzen;  $n_5$  und  $m_5$  müssen eine quadratische Kongruenz in  $b_2 \pmod{p}$  lösbar machen; alle folgenden  $m_\tau$  und  $n_\tau$  ( $\tau > 5$ ) unterliegen überhaupt keiner Bedingung.

In derselben Weise verhält sich die Sache, wenn die Kongruenz in  $b_2$  auch gleiche Wurzeln aufweisen sollte. Man erhält in diesem Falle wie in dem eben untersuchten die zwei Lösungssysteme

$$\begin{aligned} \lambda &\equiv b_0 + b_1 p + b_2 p^2 + \sum_{\tau=3}^{\nu-5} b_\tau^{(1)} p^\tau + \sum_{\tau=\nu-4}^{\nu-1} b_\tau p^\tau \\ \lambda &\equiv b_0 + b_1 p + b_2 p^2 + \sum_{\tau=3}^{\nu-5} b_\tau^{(2)} p^\tau + \sum_{\tau=\nu-4}^{\nu-1} b_\tau p^\tau \end{aligned} \pmod{p^\nu} \quad (19)$$

wo die  $b_\tau$  für  $\tau \geq \nu - 4$  beliebig;  $b_1$  und  $b_2$  gleiche Wurzeln quadratischer Kongruenzen  $(\bmod p)$ ;  $b_3^{(1)} \not\equiv b_3^{(2)}$  Wurzeln einer dritten quadratischen Kongruenz sind; alle folgenden  $b_\tau^{(i)}$  für  $\tau > 3$  werden eindeutig aus linearen Kongruenzen  $(\bmod p)$  bestimmt. In (18) unterliegen die  $m_\tau$  und  $n_\tau$  bis zu  $\tau = 6$  bestimmten Beziehungskongruenzen;  $n_7$  und  $m_7$  müssen die quadratische Kongruenz in  $b_3 \pmod{p}$  lösbar machen; alle  $m_\tau$  und  $n_\tau$  ( $\tau > 7$ ) können beliebige Zahlenwerte annehmen. Aus der Koeffizientenbildung in der Formel (6), zum Teil in (12) ausgeführt, ersehen wir, wenn beispielsweise  $\rho$  quadratische Kongruenzen nach einander gleiche Wurzeln erwiesen haben, dass zunächst eine quadratische Kongruenz gefunden werden muss

$$A \equiv Bb_{\rho+1} - \frac{b_{\rho+1}^2}{2} \pmod{p}$$

und alsdann Kongruenzen

$$C \equiv b_\tau(B - b_{\rho+1}) \pmod{p}, \quad (\tau > \rho + 1)$$

wo  $A$ ,  $B$  und  $C$  nur schon bekannte Größen enthalten, wenn  $\nu$  in dem Modul  $p^\nu$  sukzessiv erhöht wird, denn im Koeffizienten von  $p^{2\rho+3}$  erscheint der Faktor  $b_{\rho+1}^2$ .



der im Koeffizienten von  $p^{\nu-1}$  ( $\nu - 1 \geq 2\rho + 4$ ) mit  $2b_\tau b_{\rho+1}$  ( $\tau + \rho + 2 = \nu - 1$ ) ersetzt wird, während andere mit  $b_\tau$  multiplizierte Glieder unverändert gleich  $B$  werden.

Nehmen wir also an, dass die  $\rho$  ersten quadratischen Kongruenzen in  $b_\tau$  gleiche Wurzeln erweisen, während die  $\rho + 1$ :te (mod  $p$ ) verschiedene besitzt, so können also die beiden Lösungssysteme

$$\begin{aligned}\lambda &\equiv b_0 + \sum_{\tau=1}^{\rho} b_\tau p^\tau + \sum_{\tau=\rho+1}^{\nu-\rho-3} b_\tau^{(1)} p^\tau + \sum_{\tau=\nu-\rho-2}^{\nu-1} b_\tau p^\tau \\ \lambda &\equiv b_0 + \sum_{\tau=1}^{\rho} b_\tau p^\tau + \sum_{\tau=\rho+1}^{\nu-\rho-3} b_\tau^{(2)} p^\tau + \sum_{\tau=\nu-\rho-2}^{\nu-1} b_\tau p^\tau\end{aligned} \quad (\text{mod } p^\nu) \quad (20)$$

existieren, wenn die  $b_\tau$  für  $1 \leq \tau \leq \rho$  gleiche Wurzeln quadratischer Kongruenzen (mod  $p$ ) sind und wenn  $b_{\rho+1}^{(1)} \equiv b_{\rho+1}^{(2)}$  Wurzeln der  $\rho + 1$ :ten quadratischen Kongruenz repräsentieren;  $b_\tau^{(2)}$  für  $\rho + 1 < \tau \leq \nu - \rho - 3$  werden aus linearen Kongruenzen (mod  $p$ ) bestimmt und die übrigen  $b_\tau$   $\tau \geq \nu - \rho - 2$  unterliegen keiner besonderen Bedingung. Die Koeffizienten in (18) können für  $\tau > 2\rho + 3$  beliebig sein; d. h. wird unter den vorausgesetzten Bedingungen die Kongruenz (1) (mod  $p^{2\rho+4}$ ) lösbar, so kann sie für jedes  $\nu > 2\rho + 4$  (mod  $p^\nu$ ) gelöst werden.

Denkbar wäre also, dass Lösungen von (1) existierten, für welche alle quadratischen Kongruenzen für alle  $\nu$  gleiche Wurzeln erhielten. Wir würden in dem Falle nur ein einziges Lösungssystem haben. Nach (20) wird  $\nu$  aus

$$\begin{aligned}\nu - \rho - 3 - \rho - 1 &= 0 \\ \nu &= 2\rho + 4\end{aligned} \quad (21)$$

bestimmt; d. h. für (mod  $p^{2\rho+4}$ ) kommt die quadratische Wurzel  $b_{\rho+1}$  hinzu; die  $\rho + 2$  letzten  $b_\tau$  können völlig willkürlich gewählt werden. Solche Lösungen existieren in der Tat. Aus der Binomialentwicklung

$$(\lambda + 1)^p - \lambda^p - 1 = p\lambda(\lambda + 1)(\lambda^2 + \lambda + 1)^2 f_p(\lambda, 1) \quad \begin{matrix} \varepsilon = 1 \text{ für } p = 6n - 1 \\ \varepsilon = 2 \text{ „ } p = 6n + 1 \end{matrix} \quad (22)$$

folgt nämlich, weil die Lösungen der Kongruenz

$$\lambda^2 + \lambda + 1 \equiv 0 \quad (\text{mod } p^{\rho+1})$$

die nur für  $p = 6n + 1$  existieren, die Form

$$\lambda \equiv b_0 + \sum_{\tau=1}^{\rho} b_\tau p^\tau \quad (\text{mod } p^{\rho+1}) \quad (23)$$

haben, wo alle  $b_\tau$  eindeutig bestimmt werden können, dass die Kongruenz (1) (mod  $p^{2(\rho+1)+1}$ ) von  $\lambda$  in (23) gelöst wird. Dies stimmt aber mit unserem vorigen Resultat (21) völlig überein. In diesem Grenzfall werden also die Lösungen aus der abgekürzten Gruppe vom zweiten Grade gegeben. In den Formeln (18) brauchen auch nur die  $m_\tau$  bekannt sein, dann werden alle  $n_\tau$  aus den Kongruenzen (11) eindeutig berechnet. Wie verhält sich schliesslich die Sache für die abgekürzte Gruppe

vom dritten Grade 1,  $-2$ ,  $-\frac{1}{2} \pmod{p}$ ? Hier verschwinden alle  $m_\tau$  und die Kongruenz (8) geht in

$$4n_3 \equiv -b_1^2 \pmod{p} \quad (8'')$$

über, die niemals gleiche Wurzeln haben kann. Wir erhalten also in diesem Falle zwei Lösungssysteme (13) für  $b_0 + 1 = 2$ . Ferner wird in

$$2^p \equiv 2 + \sum_{\tau=1}^{v-1} n_\tau p^\tau \pmod{p^v}$$

$n_1$  und  $n_2$  Null, während  $n_3$  (8'') lösbar  $\pmod{p}$  machen muss, worauf alle folgenden  $n_\tau$  keiner weiteren Bedingung unterliegen.

Damit ist also das Problem, die Natur der Lösungen der Kongruenz (1)  $\pmod{p^v}$  zu bestimmen, völlig erledigt. Hinsichtlich der Möglichkeit, Lösungen wirklich anzugeben kann ich nur folgendes aussagen: Lösungen, die in vollen Gruppen von dem sechsten Grade stehen, existieren, wie aus der beigegeführten Tabelle hervorgeht, nur für  $p = 59, 79$  und  $83$  ( $p < 100$ ), die (1)  $\pmod{p^2}$  aber nicht  $\pmod{p^3}$  lösen. Zufolge der Kongruenz

$$2^{1093} \equiv 2 \pmod{1093^2}$$

haben wir also auch ein Beispiel davon, dass eine abgekürzte Gruppe von dem dritten Grade (1)  $\pmod{p^2}$  befriedigt, die aber doch keine Lösung  $\pmod{p^3}$  gibt. In Betreff der abgekürzten Gruppe von dem zweiten Grade geben alle Primzahlen  $p = 6n + 1$  Beispiele. Wir wählen z. B.  $p = 13$  und erhalten als Lösung von

$$\lambda^2 + \lambda + 1 \equiv 0 \pmod{13}$$

$\lambda \equiv b_0 \equiv 3$ . Durch Potenzieren und Ausrechnen ergibt sich

$$\begin{aligned} 3^{13} &\equiv 3 + 11 \cdot 13 + 8 \cdot 13^2 + 10 \cdot 13^3 + 3 \cdot 13^4 \\ 4^{13} &\equiv 4 + 11 \cdot 3 + 8 \cdot 13^2 + 8 \cdot 13^3 + 9 \cdot 13^4 \end{aligned} \pmod{13^5}$$

wo die Koeffizienten bis zu  $13^2$ , wie es sein muss, übereinstimmen. Die Kongruenz (8) ergibt

$$(-1)(8 - 10) \equiv 11b_1 - \frac{b_1^2}{2} \pmod{13}$$

d. h. in der Tat

$$(b_1 - 11)^2 \equiv 0 \pmod{13}.$$

Aus (10) wird infolge

$$X_3 \equiv \frac{(8 - 10) - \frac{1}{12} \left( 11^2 - \frac{11^2}{2} \right)}{13} \equiv -\frac{169}{24 \cdot 13} \equiv 0 \pmod{13}$$

eine Kongruenz

$$9 - 3 \equiv \left( 88 + \frac{11^2}{2} \right) (-1) + \left( \frac{11^3}{3} - \frac{11^3}{2} \right) 7$$



d. h.

$$6 \equiv -90 + \frac{7 \cdot 8}{6} \equiv -90 - 112 \pmod{13}.$$

$$208 \equiv 0$$

die also auch befriedigt wird.

## § 2.

Im vorigen Paragraphen haben wir gesehen, wie wir, um eine Lösung von (1) zu finden, die Koeffizienten der Entwicklung

$$a^p \equiv a + m_1 p + m_2 p^2 + \dots + m_{v-1} p^{v-1} \pmod{p^v} \quad (2)$$

näher zu untersuchen haben, wobei sie im allgemeinen Falle natürlich nicht durch direktes Potenzieren, wie wir es im obigen Beispiele getan haben, gesucht werden können. Folgende, einfache Überlegung kann jedoch uns über diese Schwierigkeit hinaushelfen. Gesetzt, dass wir drei Primzahlen haben, die miteinander in folgenden Beziehungen stehen

$$\begin{aligned} a^\alpha &\equiv -b^\beta c^\gamma + m_1 p \\ a^\mu &\equiv -b^\nu + n_1 p \\ a^\tau b^\psi &\equiv -c^\rho + r_1 p \end{aligned} \pmod{p^2} \quad (24)$$

dann ergeben sie auf die  $p$ :te Potenz gehoben

$$\begin{aligned} a^{\alpha p} &\equiv -b^{\beta p} c^{\gamma p} \\ a^{\mu p} &\equiv -b^{\nu p} \\ a^{\tau p} b^{\psi p} &\equiv -c^{\rho p} \end{aligned} \pmod{p^2}. \quad (25)$$

Wegen der Kongruenzen

$$\begin{aligned} a^p &\equiv a + xp \\ b^p &\equiv b + yp \\ c^p &\equiv c + zp \end{aligned} \pmod{p^2} \quad (26)$$

erhalten wir

$$\begin{aligned} a^{\alpha p} &\equiv a^\alpha + \alpha a^{\alpha-1} xp \\ b^{\beta p} &\equiv b^\beta + \beta b^{\beta-1} yp \\ c^{\gamma p} &\equiv c^\gamma + \gamma c^{\gamma-1} zp \end{aligned} \pmod{p^2} \quad (27)$$

die in (25) eingeführt uns die linearen Kongruenzen

$$\begin{aligned} \alpha a^{\alpha-1} x + \beta b^{\beta-1} c^\gamma y + \gamma c^{\gamma-1} b^\beta z + m_1 &\equiv 0 \\ \mu a^{\mu-1} x + \nu b^{\nu-1} y + 0z + n_1 &\equiv 0 \\ \tau a^{\tau-1} b^\psi x + \psi b^{\psi-1} a^\tau y + \rho c^{\rho-1} z + r_1 &\equiv 0 \end{aligned} \pmod{p}$$

oder einfacher

$$\begin{aligned} \alpha \frac{x}{a} - \beta \frac{y}{b} - \gamma \frac{z}{c} + \frac{m_1}{a^\alpha} &\equiv 0 \\ \mu \frac{x}{a} - \nu \frac{y}{b} - \theta \frac{z}{c} + \frac{n_1}{a^\mu} &\equiv 0 \quad (\text{mod } p) \\ \tau \frac{x}{a} + \phi \frac{y}{b} - \rho \frac{z}{c} - \frac{r_1}{c^\rho} &\equiv 0 \end{aligned} \quad (28)$$

geben. Von diesem in  $x$ ,  $y$  und  $z$  linearen Systeme werden die  $x$ ,  $y$  und  $z$  leicht berechnet, vorausgesetzt dass die drei Gleichungen (28) (mod  $p$ ) linear unabhängig waren, d. h. die Determinante der Koeffizienten  $\not\equiv 0 \pmod{p}$ . Sollte dies nicht der Fall sein, dann wäre auch eine der Kongruenzen (24) die Folge der beiden anderen. Nachdem dann  $x$ ,  $y$  und  $z$  berechnet worden sind, wollen wir in (24) auch die Koeffizienten der  $p^2$ , nämlich  $m_2$ ,  $n_2$  und  $r_2$  mitnehmen, insofern sie nicht schlechtweg Null sind, (25) noch einmal auf  $p$  heben, in (26)  $x$ ,  $y$  und  $z$  als Koeffizienten der  $p^2$  gebrauchen,  $a^{ap^2}$  etc. wie in (27) (mod  $p^3$ ) berechnen, worauf drei etwas modifizierte, lineare Kongruenzen (28) hervorgehen, die aufs neue  $x$ ,  $y$  und  $z$  (mod  $p$ ) bestimmen. In derselben Weise können alle Koeffizienten  $m_v$ ,  $n_v$  und  $r_v$  durch sukzessives Lösen von relativ einfach (wenigstens für niedrigere  $v = 1, 2, 3$  u. 4) gefundenen, linearen Kongruenzen bestimmt werden. In derselben Weise können wir verfahren, wenn wir in (24) mit  $m$  Kongruenzen unter  $m$  Primzahlen operieren.

Wir werden zunächst zeigen, wie für jede Primzahl  $p$  in einem gewissen Systeme immer eine Minderzahl Kongruenzen (24), die nur eine bestimmte Zahl  $n_1$  der niedrigeren Primzahlen 2, 3, 5 etc. (mod  $p$ ) enthalten, aufgestellt werden können. Daher wähle ich das spezielle Kongruenssystem

$$\begin{aligned} -m &\equiv (p - m) \quad (\text{mod } p) \\ m &= 1, 2, \dots, \frac{p-1}{2} \end{aligned} \quad (29)$$

Soll nun beispielsweise, wie ich es für die Primzahlen  $p < 100$  getan habe, eine Tabelle über alle  $x_a$  ausgearbeitet werden, braucht man offenbar nur die Primzahlen  $< \frac{p+1}{2}$  zu berücksichtigen, denn für  $a > \frac{p+1}{2}$  folgt

$$a^p \equiv (p - b)^p \equiv -b^p \equiv -b - x_b p \equiv (p - b) - (x_b + 1)p \equiv a + x_a p \quad (\text{mod } p^2)$$

wo  $b < \frac{p+1}{2}$  als bekannt angesehen werden kann. Um die Werte  $x_a$  zu berechnen, suchen wir unter den Kongruenzen (29) passend gewählte aus, die unter einer Minderzahl Primzahlen einfache Beziehungen geben. Zunächst können wir bemerken, dass eine Primzahl  $p_i < p$  in (29) genau  $\left[ \frac{p-1}{p_i} \right]$  Male vorkommt, wo  $\left[ \frac{p-1}{p_i} \right]$  die ganze Zahl in  $\frac{p-1}{p_i}$  bedeutet, denn wir können in (29) in Ordnung links nach



unten von 1 bis  $\frac{p-1}{2}$  und ferner rechts nach oben von  $\frac{p+1}{2}$  zu  $p-1$  rechnen, weshalb alle ganzen Zahlen von 1 bis  $p-1$  in diesem Systeme (29) einmal auftreten müssen. Ich behaupte nun, und dies wird von mir der Existenzbeweis genannt, dass unter den Kongruenzen (29) eine Anzahl  $n_1$  so ausgewählt werden kann, dass sie nur  $n_2 \leq n_1$  der ersten Primzahlen 2, 3, 5 enthalten, oder noch besser: Ich werde darlegen, dass eine obere Grenze dieser Anzahl  $n_2$  immer angebbar wird, für welche  $n_2 \leq n_1$  sicher erfüllt ist. Die genaue Anzahl  $n_2 = n_1$ , die sich wirklich erforderlich zeigt, wird durch Prüfen festgestellt. Um mein Verfahren besser verständlich zu machen, werde ich den Beweis auf einem konkreten Beispiele, nämlich  $p = 37$ , durchführen. Deshalb schreiben wir das System (29) voll aus.

|                               |  | Primzahl unterhalb | $\left[ \frac{p-1}{p} \right]$ |
|-------------------------------|--|--------------------|--------------------------------|
|                               |  | 37                 |                                |
| $2^2 \cdot 3^2 \equiv -1$     |  | 2                  | 18                             |
| $5 \cdot 7 \equiv -2$         |  | 3                  | 12                             |
| $[2 \cdot 17 \equiv -3]$      | $5^2 \equiv -2^2 \cdot 3$                  | 5                  | 7                              |
| $[3 \cdot 11 \equiv -2^2]$    | $[2^3 \cdot 3 \equiv -13]$                 | 7                  | 5                              |
| $2^5 \equiv -5$               | $[23 \equiv -2 \cdot 7]$                   | 11                 | 3                              |
| $[31 \equiv -2 \cdot 3]$      | $[2 \cdot 11 \equiv -3 \cdot 5] \pmod{37}$ | 13                 | 2                              |
| $2 \cdot 3 \cdot 5 \equiv -7$ | $3 \cdot 7 \equiv -2^4$                    | 17                 | 2                              |
| $[29 \equiv -2^3]$            | $[2^2 \cdot 5 \equiv -17]$                 | 19                 | 1                              |
| $2^2 \cdot 7 \equiv -3^2$     | $[19 \equiv -2 \cdot 3^2]$                 | 23                 | 1                              |
| $3^3 \equiv -2 \cdot 5$       |  | 29                 | 1                              |
| $[2 \cdot 13 \equiv -11]$     |  | 31                 | 1                              |

Hier stehen im Ganzen  $\pmod{37}$  18 Kongruenzen. Werden diejenigen gestrichen, die die Primzahlen 31, 29, 23 und 19 enthalten, die jede nur in einer einzigen Kongruenz erscheinen können, bleiben uns 14 Kongruenzen übrig. Werden weiter jene entfernt, in denen 17 und 13 auftreten, die in je zwei verschiedenen dieser übrigen 14 Kongruenzen stehen können, dann werden möglicherweise nur  $14 - 2 \cdot 2 = 10$  Kongruenzen übrig, in denen nur die Primzahlen 2, 3, 5, 7 und 11 vorkommen. Weil jedoch die Zahlen  $x_{p_i}$ , wie wir oben gesehen haben, linear in unsere Schlussformeln und in gleicher Anzahl, wie es Primzahlen gibt, eingetragen werden, können wir schliessen, dass unsere Methode auszusondern sicher wenigstens 10 Kongruenzen übrig lässt, die die fünf Variabeln  $x_{p_i}$  ( $p_i = 2, 3, 5, 7$  und 11) verbinden. Gehen wir noch einen Schritt weiter und streichen die Kongruenzen, in denen die Primzahl 11 vorkommt (also drei Kongruenzen), so restieren vielleicht nur 7 Kongruenzen (in der Tat 8, denn in einer Kongruenz gehen gleichzeitig 11 und 13 ein) mit vier Variabeln. Die Bedingung  $n_2 \leq n_1$  wird also noch immer erfüllt. Gehen wir aber noch einen Schritt und entfernen die Kongruenzen mit der Primzahl 7, dann bleiben vielleicht (wir können darüber nicht absolut entscheiden, insofern wir nicht, wie im obigen Beispiele, die Kongruenzen voll ausgeschrieben haben) nur

2 Kongruenzen übrig, drei Variablen enthaltend (d. h.  $n_2 > n_1$ ). Die obere Grenze der Anzahl  $n_2$ , von der wir behaupteten, dass sie existiere, wird also im Falle  $p = 37$   $n_2 = 4$ . Weil jedoch  $n_1$  dabei einen so hohen Wert wie 7 annimmt, lässt sich vermuten, was in der Tat der Fall ist, dass auch wenigstens die Primzahl 7 ausgesondert werden kann. Wir erhalten, wie (30) zeigt, sogar vier Kongruenzen unter drei Primzahlen. Diese vier Kongruenzen sind aber nicht voneinander unabhängig, indem durch in geeigneter Weise ausgeführte Multiplikation der drei Kongruenzen die vierte folgt. Auf ihre Unabhängigkeit müssen immer die aufgestellten Kongruenzen geprüft werden. Ergibt sich dabei  $n_2 = n_1$ , ohne dass die Kongruenzen unabhängig werden, dann muss noch eine Primzahl hinzugefügt werden, und die verschiedenen Kombinationen von Kongruenzen wieder auf ihre Unabhängigkeit geprüft werden. Ein unabhängiges System muss immer zuletzt gefunden werden, denn es gibt doch Primzahlen, die nur in einer Kongruenz auftreten.

Wir haben im Falle  $p = 37$  das Bestimmen der oberen Grenze der Anzahl Primzahlen  $n_2$  ausführlich durchgeführt, können aber im allgemeinen Falle für jede Primzahl  $p$  mit Hülfe einer Primzahlentafel und der Werte des Symbols  $\left[ \frac{p-1}{p_i} \right]$  diese Grenze  $n_2$ , ohne die Kongruenzen (30) voll auszuschreiben, berechnen. Wird nämlich die  $k$ :te Primzahl  $p = p_k$  genannt, d. h.  $p_\beta$  die  $\beta$ :te, so wird die obere Grenze  $n_2 = \beta$  mit Hülfe der Primzahlentafel von den Ungleichheiten

$$\beta \leq \frac{p_k - 1}{2} - \sum_{i=\beta+1}^{k-1} \left[ \frac{p_k - 1}{p_i} \right]; \quad \beta - 1 > \frac{p_k - 1}{2} - \sum_{i=\beta}^{k-1} \left[ \frac{p_k - 1}{p_i} \right]$$

bestimmt. In dieser Weise berechnet, ergibt sich für  $n_2$  eine obere Grenze, die wenigstens für grössere Primzahlen viel zu gross wird. Unsere Absicht war aber zu beweisen, dass immer eine bestimmte Anzahl Kongruenzen ausgewählt werden können, die eine Minderzahl der sukzessiven Primzahlen 2, 3 etc. enthalten. In vielen Fällen wird es jedoch vorteilhaft, nicht gerade sukzessive Primzahlen 2, 3 etc. auszuwählen und auch ausserhalb des Systemes (29) die notwendige Anzahl der Kongruenzgleichungen zu suchen. Wir wollen jetzt das oben Angeführte mit Beispielen erläutern.



## § 3.

Für  $p = 37$  haben wir schon die obere Grenze  $n_2 = 4$  bestimmt, indem doch  $n_2 = n_1 = 3$  genügend war, um die Kongruenzen

$$\begin{aligned} 2^2 \cdot 3^2 &\equiv -1 \\ 2^5 &\equiv -5 \quad (\text{mod } 37) \\ 3^3 &\equiv -2 \cdot 5 \end{aligned}$$

aufzustellen. Für

$$\begin{aligned} 2^{37} &\equiv 2 + x \cdot 37 \\ 3^{37} &\equiv 3 + y \cdot 37 \quad (\text{mod } 37^2) \\ 5^{37} &\equiv 5 + z \cdot 37 \end{aligned}$$

ergeben die Formeln (28).

$$\begin{aligned} \frac{2}{2}x + \frac{2}{3}y + 0z - \frac{1}{1} &\equiv 0 \\ \frac{5}{2}x + 0y - \frac{1}{5}z - \frac{1}{5} &\equiv 0 \quad (\text{mod } 37) \\ -\frac{1}{2}x + \frac{3}{3}y - \frac{1}{5}z - \frac{1}{10} &\equiv 0 \end{aligned}$$

Das Auflösen dieses Systemes gibt uns die Werte

$$\begin{aligned} x &\equiv 2 \\ y &\equiv 17 \quad (\text{mod } 37) \\ z &\equiv -13 \end{aligned} \tag{31}$$

Aus ihnen berechnen wir beispielsweise

$$\begin{aligned} 9^{37} &\equiv 9 - 9 \cdot 37 \\ 2^{37} &\equiv 2 + 2 \cdot 37 \quad (\text{mod } 37^2) \end{aligned}$$

d. h.

$$18^{37} \equiv 18 - 0 \cdot 37$$

eine schon von Jakobi gefundene Kongruenz\*. Wollen wir unsere Tabelle der  $x_{p_i}$  von den Werten (31) aus vervollständigen, so können wir beispielsweise  $7^{37}$  mittelst  $2 \cdot 3 \cdot 5 \equiv -7$ ;  $11^{37}$  mittelst  $4 \cdot 11 \equiv 7$ ;  $13^{37}$  mittelst  $5^2 \cdot 2 \equiv 13 \pmod{37}$  etc. berechnen. Weil aber 2 eine primitive Wurzel  $\pmod{37}$  ist, hätten wir auch, von

$$2^{37} \equiv 2 + 2 \cdot 37 \quad (\text{mod } 37^2)$$

ausgehend, alle Werte  $x_{p_i}$  durch fortgesetztes Potenzieren und Reduzieren  $\pmod{37}$  gefunden. Wir berechnen zum Beispiel

$$\begin{aligned} (2^5)^{37} &\equiv 2^5 + 5 \cdot 2^4 \cdot 2 \cdot 37 \\ -5^{37} &\equiv -5 + 37 + 12 \cdot 37 \quad (\text{mod } 37^2) \\ 5^{37} &\equiv 5 - 13 \cdot 37. \end{aligned}$$

Für  $p = 61$  wird die obere Grenze  $n_2 = 4$ ; doch genügen die drei Kongruenzen

---

\* P. BACHMANN: Niedere Zahlentheorie Bd I S. 161.

$$\begin{aligned} 2^2 \cdot 3 \cdot 5 &\equiv -1 \\ 3^2 \cdot 5 &\equiv -2^4 \\ 5^2 &\equiv -2^2 \cdot 3^2 \end{aligned} \pmod{61}$$

Für  $p = 1093$  wird die obere Grenze  $n_2$  der Anzahl der sukzessiven Primzahlen gleich 15, die in wenigstens  $n_1 = 19$  Kongruenzen allein verbunden stehen. Durch Prüfen erhält man aber beispielsweise folgendes unabhängiges System

$$\begin{aligned} 3^7 &\equiv 1 \\ 3^2 \cdot 11^2 &\equiv -2^2 \\ 3 \cdot 7^3 &\equiv -2^6 \\ 3 \cdot 2^2 \cdot 7 \cdot 11 &\equiv -13^2 \\ 2^2 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 13 &\equiv -1 \end{aligned} \pmod{1093}$$

Für

$$\begin{aligned} 2^{1093} &\equiv 2 + x \cdot 1093 \\ 3^{1093} &\equiv 3 + y \cdot 1093 \\ 7^{1093} &\equiv 7 + z \cdot 1093 \\ 11^{1093} &\equiv 11 + u \cdot 1093 \\ 13^{1093} &\equiv 13 + v \cdot 1093 \end{aligned} \pmod{1093^2}$$

ergibt sich

$$\begin{aligned} x &\equiv 0 & u &\equiv -15 \\ y &\equiv -157 & v &\equiv 457 \\ z &\equiv -153 \end{aligned} \pmod{1093}$$

d. h.

$$2^{1093} \equiv 2 \pmod{1093^2}$$

eine von Herrn Meissner\* gefundene Kongruenz. Weil wir jedoch Lösungen von (1) suchen, werden wir die Primzahl  $p = 59$  ausführlicher erörtern. Von

$$\begin{aligned} 60 &\equiv 1 \\ 32 &\equiv -27 \\ 50 &\equiv -9 \end{aligned} \pmod{59}$$

und

$$\begin{aligned} 2^{59} &\equiv 2 + x \cdot 59 \\ 3^{59} &\equiv 3 + y \cdot 59 \\ 5^{59} &\equiv 5 + z \cdot 59 \end{aligned} \pmod{59^2}$$

ausgehend, erhalten wir

$$\begin{aligned} x &\equiv 16 \\ y &\equiv 5 \\ z &\equiv 5 \end{aligned} \pmod{59}$$

d. h.

$$\begin{aligned} 3^{59} &\equiv 3 + 5 \cdot 59 \\ 4^{59} &\equiv 4 + 5 \cdot 59 \\ 5^{59} &\equiv 5 + 5 \cdot 59 \end{aligned} \pmod{59^2}$$

\* W. MEISSNER: Sitzungsber. d. Königl. Preuss. Ak. d. Wissensch. 1913 Bd XXXV.



und damit die in meiner vorigen Arbeit\* angegebenen Gruppen von Lösungen (mod  $59^2$ ). Aus

$$\begin{aligned} 2^{59} &\equiv 2 + 16 \cdot 59 + x \cdot 59^2 \\ 3^{59} &\equiv 3 + 5 \cdot 59 + y \cdot 59^2 \\ 5^{59} &\equiv 5 + 5 \cdot 59 + z \cdot 59^2 \end{aligned} \quad (\text{mod } 59^3)$$

berechnen wir

$$\begin{aligned} 2^{59^2} &\equiv 2 + 16 \cdot 59 + (x + 16) \cdot 59^2 \\ 3^{59^2} &\equiv 3 + 5 \cdot 59 + (y + 5) \cdot 59^2 \\ 5^{59^2} &\equiv 5 + 5 \cdot 59 + (z + 5) \cdot 59^2 \end{aligned} \quad (\text{mod } 59^3)$$

die in

$$\begin{aligned} 60^{59^2} &\equiv 1 \\ 32^{59^2} &\equiv -27^{59^2} \\ 50^{59^2} &\equiv -9^{59^2} \end{aligned} \quad (\text{mod } 59^3)$$

eingetragen, die linearen Kongruenzen

$$\begin{aligned} x + 20y + 12z + 28 &\equiv 0 \\ 21x + 27y + 0z + 19 &\equiv 0 \\ 25x + 6y + 20z - 2 &\equiv 0 \end{aligned} \quad (\text{mod } 59)$$

ergeben, aus denen

$$\begin{aligned} x &\equiv 20 \\ y &\equiv 34 \\ z &\equiv 18 \end{aligned} \quad (\text{mod } 59)$$

berechnet werden können. Von ihnen werden

$$\begin{aligned} 3^{59} &\equiv 3 + 5 \cdot 59 + 34 \cdot 59^2 \\ 4^{59} &\equiv 4 + 5 \cdot 59 - 17 \cdot 59^2 \\ 5^{59} &\equiv 5 + 5 \cdot 59 + 18 \cdot 59^2 \end{aligned} \quad (\text{mod } 59^3)$$

berechnet, erweisend, dass keine Lösungen (mod  $59^3$ ) existieren. In derselben Weise können die Koeffizienten der  $p^4$  etc. sukzessiv bestimmt werden.

---

\* A. ARWIN: Acta Mathem. Bd 42.

## § 4.

In dieser Abteilung gehe ich dazu über, den Zusammenhang der Koeffizienten der  $p^\tau$  in den Lösungen von

$$y^n \equiv 1 \pmod{p^v} \quad (32)$$

$$p - 1 \equiv 0 \pmod{n}$$

auf tretend und denen in

$$a^p \equiv a + \sum_{\tau=1}^{v-1} m_\tau p^\tau \pmod{p^v} \quad (2)$$

zu erweisen, und darzulegen, wie unsere Methode, wie wir sehen werden, dadurch in vielen Fällen vorteilhaft modifiziert werden kann. Gesetzt also, dass  $p - 1 \equiv 0 \pmod{n}$  und

$$a^n \equiv 1 \pmod{p}$$

gelten, dann wird  $x_1$  von der Kongruenz

$$(a + x_1 p)^n \equiv 1 \pmod{p^2} \quad (33)$$

bestimmt. Infolge

$$\begin{aligned} a^n &\equiv 1 \pmod{p} \\ a^{np} &\equiv 1 \pmod{p^2} \end{aligned}$$

und wegen (33) und (2) erhalten wir

$$a + x_1 p \equiv a + m_1 p \pmod{p^2}$$

oder

$$x_1 \equiv m_1 \pmod{p} \quad (34)$$

d. h.  $x_1$  in (33) und  $m_1$  in (2) zu berechnen werden im Grunde identische Probleme. Für die grösseren Primzahlen und die niedrigeren Exponenten  $n$  (beispielsweise 3, 4 und 6) wird aber die direkte Berechnung der Zahl  $x_1$  in (33) das einfachere Problem. Nach dem aber die  $a$  zugehörige  $m_1 \equiv x_1$  von (33) bestimmt worden ist, ergeben sich durch Potenzieren die Koeffizienten der  $p$  in noch  $n - 2$  Entwicklungen (2). Mit Rücksicht auf diese so gefundenen Werte kann im allgemeinen eine Vereinfachung der Methode des vorigen Paragraphen erzielt werden. Wir werden dies bald mit Beispielen erläutern, wollen aber zuerst untersuchen, in welchen Beziehungen die folgenden  $m_\tau$  und entsprechenden Koeffizienten  $x_\tau$  der  $p^\tau$  in den Lösungen von (32) stehen. Aus

$$(a + x_1 p + x_2 p^2)^n \equiv 1 \pmod{p^3}$$

und

$$a^p \equiv a + m_1 p + m_2 p^2 \pmod{p^3}$$

$$a^{p^2} \equiv a + m_1 p + (m_1 + m_2) p^2$$

erhalten wir

$$a + m_1 p + (m_1 + m_2) p^2 \equiv a + x_1 p + x_2 p^2 \pmod{p^3}$$

d. h.



$$x_2 \equiv m_1 + m_2 + \frac{m_1 - x_1}{p} \pmod{p} \quad (35)$$

die eine einfache lineare Beziehung zwischen  $x_2$  und  $m_2$  darstellt. In derselben Weise verhalten sich die folgenden  $m_\tau$  und  $x_\tau$ , wenn auch mit wachsendem  $\tau$  die in  $m_\tau$  und  $x_\tau$  linearen Kongruenzen nicht mehr so einfach werden.

Wir wollen nun dies mit Beispielen erläutern. Aus Tafeln\* entnehmen wir

$$151^3 \equiv 1 \pmod{1093},$$

berechnen  $x_1$  in der Kongruenz

$$\frac{151^3 - 1}{1093} + \frac{3}{151} x_1 \equiv 0 \pmod{1093}$$

und haben

$$x_1 \equiv -65 \pmod{1093}$$

worauf ohne weiteres die beiden Entwicklungen

$$\begin{aligned} 151^{1093} &\equiv 151 - 65 \cdot 1093 \\ 152^{1093} &\equiv 152 - 65 \cdot 1093 \end{aligned} \pmod{1093^2} \quad (36)$$

aufgeschrieben werden können. Durch Probieren finden wir die Kongruenzen

$$\begin{aligned} 9 \cdot 152 &\equiv 275 \\ 640 &\equiv -3 \cdot 151 \\ 9 \cdot 121 &\equiv -4 \end{aligned} \pmod{1093}$$

Dann ergeben, wenn  $3^{1093}$  aus  $3^7 \equiv 1$  berechnet worden ist,

$$\begin{aligned} 2^{1093} &\equiv 2 + x \cdot 1093 \\ 5^{1093} &\equiv 5 + \tau \cdot 1093 \\ 11^{1093} &\equiv 11 + u \cdot 1093 \end{aligned} \pmod{1093^2}$$

und (36) die linearen Kongruenzen

$$\begin{aligned} 0x + 22\tau + 5u + 117 &\equiv 0 \\ 2x + 0\tau + 99u + 392 &\equiv 0 \\ 54x + 128\tau + 0u + 145 &\equiv 0 \end{aligned} \pmod{1093}$$

und aus ihnen die Lösungswerte

$$\begin{aligned} x &\equiv 0 \\ u &\equiv -15 \\ \tau &\equiv -300 \end{aligned} \pmod{1093}$$

von denen  $x$  und  $u$  schon im vorigen Paragraphen bestimmt worden sind.

Wie  $p = 59$  interessiert uns  $p = 79$ , weil auch diese eine vollständige Gruppe von dem sechsten Grade als Lösung von  $(1) \pmod{p^2}$  aufweisen kann. Von

$$23^3 \equiv 1 \pmod{79}$$

---

\* C. POSSE: Acta Math. Bd 35 S. 210.

ausgehend finden wir wie oben die beiden Entwicklungen

$$\begin{aligned} 23^{79} &\equiv 23 - 22 \cdot 79 \\ 24^{79} &\equiv 24 - 22 \cdot 79 \end{aligned} \quad (\text{mod } 79^2) \quad (37)$$

Wegen der Kongruenz

$$81 \equiv 2 \quad (\text{mod } 79)$$

und der zweiten (37) werden leicht

$$\begin{aligned} 2^{79} &\equiv 2 + 38 \cdot 79 \\ 3^{79} &\equiv 3 + 4 \cdot 79 \end{aligned} \quad (\text{mod } 79^2)$$

berechnet. Von

$$8 \cdot 11 \equiv 9 \quad (\text{mod } 79)$$

ausgehend werden

$$\begin{aligned} 11^{79} &\equiv 11 - 2 \cdot 79 \\ 12^{79} &\equiv 12 - 2 \cdot 79 \end{aligned} \quad (\text{mod } 79^2)$$

bestimmt. Diese Werte geben zu dem vollständigen Gruppe

$$11, 36, -12, -33, -37, +32 \quad (\text{mod } 79) \quad (38)$$

Anlass, die also (1) (mod  $p^2$ ) löst. Wir erhalten beiläufig

$$48^{79} \equiv 48 - 1 \cdot 79 \quad (\text{mod } 79^2)$$

d. h.

$$31^{79} \equiv 31$$

Um zu untersuchen, inwieweit die Gruppe (38) die Kongruenz (1) auch (mod  $p^3$ ) lösen kann, machen wir folgende Rechnungen. Zuzufolge

$$(23 - 22 \cdot 79 + x_2 \cdot 79^2)^3 \equiv 1 \quad (\text{mod } 79^3)$$

wird

$$x_2 \equiv 32 \quad (\text{mod } 79)$$

bestimmt. Dann gibt uns (35) unmittelbar

$$\begin{aligned} 23^{79} &\equiv 23 - 22 \cdot 79 - 25 \cdot 79^2 \\ 24^{79} &\equiv 24 - 22 \cdot 79 - 25 \cdot 79^2 \end{aligned} \quad (\text{mod } 79^3)$$

und die zweite mit Rücksicht auf

$$2^{79} \equiv (81 - 79)^{79} \equiv 81^{79} - 1 \cdot 79^2 \quad (\text{mod } 79^3)$$

nach kurzem Rechnen

$$\begin{aligned} 2^{79} &\equiv 2 + 38 \cdot 79 + 29 \cdot 79^2 \\ 3^{79} &\equiv 3 + 4 \cdot 79 + 31 \cdot 79^2 \end{aligned} \quad (\text{mod } 79^3)$$

worauf wie oben für (mod  $79^2$ ) die beiden Entwicklungen

$$\begin{aligned} 11^{79} &\equiv 11 - 2 \cdot 79 - 15 \cdot 79^2 \\ 12^{79} &\equiv 12 - 2 \cdot 79 - 33 \cdot 79^2 \end{aligned} \quad (\text{mod } 79^3)$$

gefunden werden können, die uns zeigen dass auch für  $p = 79$  keine Lösung (mod  $p^2$ ) existiert.



Ich werde nun zuletzt mit einem Beispiele zeigen, wie auch auf anderen Wegen als den schon angegebenen in mannigfaltiger Weise Vereinfachungen beim Berechnen der  $m_v$  erzielt werden können. Von beispielsweise der Kongruenz

$$(1 - 4 \cdot 61)^{61} \equiv 1 - 4 \cdot 61^2 \pmod{61^3}$$

ausgehend, die auch

$$243^{61} \equiv 243 - 4 \cdot 61 + 4 \cdot 61^2 \pmod{61^3}$$

geschrieben werden kann, finden wir wegen  $3^5 = 243$  nach einfacher Rechnung

$$3^{61} \equiv 3 - 22 \cdot 61 - 6 \cdot 61^2 \pmod{61^3}.$$

Die Kongruenz

$$64 \equiv 3 \pmod{61}$$

gibt uns

$$\begin{aligned} 2^{6 \cdot 61} &\equiv (3 + 61)^{61} \equiv 3^{61} + 1 \cdot 61^2 \\ &\equiv 2^6 - 23 \cdot 61 - 5 \cdot 61^2 \end{aligned} \pmod{61^3}$$

d. h.

$$2^{61} \equiv 2 + 11 \cdot 61 - 32 \cdot 61^2 \pmod{61^3}$$

worauf die Koeffizienten der übrigen  $a^{61}$  leicht bis zu  $61^2$  berechnet werden können.

Ich schliesse diesen Paragraphen über das numerische Rechnen mit einer Hinweisung auf die beigelegte Tafel ab, die uns zeigt, dass auch für  $p = 83$  eine volle Gruppe von dem sechsten Grade als Lösung von (1)  $\pmod{83^2}$  existiert, die aber auch nicht (1)  $\pmod{83^3}$  löst. Für  $p < 100$  treten keine anderen Lösungen von (1)  $\pmod{p^2}$  auf.

## § 5.

In diesem Abschnitte werde ich das » $l_p$ -Rechnen«, wie ich es genannt habe, einführen, dessen beide Grundoperationen beispielsweise schon bei Bachmann \* angegeben worden sind. Wir werden sehen, wie unsere Methode in § 2 in Verbindung mit dieser  $l_p$ -Rechnung an Einfachheit und Übersichtlichkeit gewinnt.

Statt (2) wenden wir nun

$$m^{p-1} \equiv 1 + p l_p m + p^2 l_p^2 m + \dots + p^{v-1} l_p^{v-1} m \pmod{p^v} \quad (39)$$

an. Wird

$$m \equiv c + r p \pmod{p^2} \quad c < p$$

auf  $p - 1$  gehoben, erhalten wir

---

\* P. BACHMANN: Nieder Zahlentheorie Bd I S. 160.

$$m^{p-1} \equiv c^{p-1} - \frac{r}{c} p \pmod{p^2}$$

Aus

$$\begin{aligned} m^{p-1} &\equiv 1 + p l_p m \\ c^{p-1} &\equiv 1 + p l_p c \end{aligned} \pmod{p^2}$$

finden wir

$$l_p m \equiv l_p c - \frac{r}{c} \pmod{p}. \quad (40)$$

Diese nennen wir die »erste Fundamentaloperation« des  $l_p$ -Rechnens. Von

$$\begin{aligned} a^{p-1} &\equiv 1 + p l_p a \\ b^{p-1} &\equiv 1 + p l_p b \end{aligned} \pmod{p^2}$$

ausgehend, erhalten wir

$$(ab)^{p-1} \equiv 1 + p(l_p a + l_p b) \pmod{p^2},$$

d. h.

$$l_p ab \equiv l_p a + l_p b \pmod{p} \quad (41)$$

die uns »die zweite Fundamentaloperation« gibt, und das  $l_p$ -Rechnen zu einer Art zahlentheoretischer Logarithmisierung macht. Von (39) entnehmen wir

$$\begin{aligned} l_p c &\equiv l_p(-c) \\ l_p 1 &\equiv 0 \end{aligned}$$

wie auch von (41)

$$l_p a^\alpha \equiv \alpha l_p a \pmod{p}.$$

Werden nun die Operationen  $l_p$  beispielsweise auf der Kongruenz

$$a^\alpha \equiv -b^\beta c^\gamma + m_1 p \pmod{p^2}$$

ausgeführt, so entsteht die Kongruenz

$$\alpha l_p a \equiv \beta l_p b + \gamma l_p c + \frac{m_1}{b^\beta c^\gamma} \pmod{p},$$

d. h.

$$\alpha l_p a - \beta l_p b - \gamma l_p c + \frac{m_1}{a^\alpha} \equiv 0 \pmod{p}.$$

Diese Formel haben wir aber schon in (28), wenn in der ersten Gleichung

$$\frac{x}{a} \equiv l_p a \pmod{p}$$

gesetzt wird, erweisend, wie in der Tat diese Formeln (28) durch Einführen der  $l_p$ -Operationen leicht aufgestellt werden können. Um Wiederholungen zu vermeiden, will ich nur ein paar numerische Beispiele anführen. Von

$$2^4 = -1 + 1 \cdot 17$$

ausgehend ergeben die Operationen  $l_{17}$  ohne weiteres

$$\begin{aligned} 4l_{17} 2 &\equiv +1 \\ \text{d. h.} \qquad \qquad \qquad & \pmod{17} \\ l_{17} 2 &\equiv -4. \end{aligned}$$

Von den Gleichungen des § 3

$$\begin{aligned} 2^2 \cdot 3^2 &= -1 + 1 \cdot 37 \\ 2^5 &= -5 + 1 \cdot 37 \\ 3^3 &= -2 \cdot 5 + 1 \cdot 37 \end{aligned}$$

ausgehend ergeben die Operationen  $l_{37}$  unmittelbar

$$\begin{aligned} 2l_{37} 2 + 2l_{37} 3 &\equiv 1 \\ 5l_{37} 2 &\equiv l_{37} 5 + \frac{1}{5} \\ 3l_{37} 3 &\equiv l_{37} 2 + l_{37} 5 + \frac{1}{10} \end{aligned} \pmod{37}$$

d. h.

$$\begin{aligned} 18l_{37} 2 &\equiv 3 - 2\left(\frac{1}{10} - \frac{1}{5}\right) \equiv 3 + \frac{1}{5} \\ l_{37} 2 &\equiv 1 \pmod{37} \\ l_{37} 3 &\equiv 18 \end{aligned}$$

Dies genügt, um die Tragweite des » $l_p$ -Rechnens» schon vom Gesichtspunkte des numerischen Rechnens aus zu weisen.

## § 6.

Um eine Vorstellung von der Menge von Gleichungen zu geben, zu denen das  $l_p$ -Rechnen Anlass geben kann, werde ich eine Reihe Formeln herleiten, von denen einige schon bekannt, andere einfache Verallgemeinerungen von mir sind.

Führen wir  $m = av$  in (40) ein, so ergibt sich

$$\begin{aligned} l_p a + l_p v &\equiv l_p c_v - \frac{v}{c_v} \pmod{p} \\ &\equiv l_p c_v - \left[ \frac{av}{p} \right] \frac{1}{av}, \end{aligned} \tag{40'}$$

wo  $\left[ \frac{av}{p} \right]$  wie gewöhnlich die grösste ganze Zahl in  $\frac{av}{p}$  bedeutet. Wird über  $v = 1, 2 \dots p-1$  summiert, entsteht die Formel

$$\begin{aligned} (p-1) l_p a + \sum_1^{p-1} l_p v &\equiv \sum_{c_v=1}^{p-1} l_p c_v - \sum_1^{p-1} \frac{1}{av} \left[ \frac{av}{p} \right] \\ &\pmod{p} \\ l_p a &\equiv \sum_1^{p-1} \frac{1}{av} \left[ \frac{av}{p} \right], \end{aligned} \tag{42}$$



die uns eine theoretisch besonders elegante Lösung des Problems,  $l_p a$  in der Entwicklung (39) zu bestimmen, gibt, mittels deren aber das numerische Berechnen der  $l_p a$  viel mühseliger wird, als wenn die von mir in §§ 2 und 3 angegebene Methode zur Anwendung kommt. Die Formel (42) ist von Herrn Lerch\* gegeben worden. Aus

$$l_p(p - a) \equiv l_p a + \frac{1}{a} \pmod{p} \quad (43)$$

erhalten wir nach Multiplikation mit  $(p - a)$

$$\begin{aligned} \sum_1^{p-1} (p - a) l_p(p - a) &\equiv - \sum_1^{p-1} a l_p a - (p - 1) \\ \sum_1^{p-1} a l_p a &\equiv \frac{1}{2} *** \pmod{p}. \end{aligned} \quad (43')$$

Aus (43) finden wir ferner

$$\sum_1^{\frac{p-1}{2}} l_p(p - a) \equiv \sum_1^{\frac{p-1}{2}} l_p a + \sum_1^{\frac{p-1}{2}} \frac{1}{a}.$$

Für \*\*\*

$$\sum_1^{p-1} l_p a \equiv N$$

und † (mod p)

$$\sum_1^{\frac{p-1}{2}} \frac{1}{a} \equiv -2l_p 2$$

erhalten wir

$$\sum_1^{\frac{p-1}{2}} l_p a \equiv \frac{N}{2} + l_p 2 \pmod{p}.$$

Multiplizieren wir (43) mit  $(p - a)^{2k+1}$  und addieren, finden wir

$$\sum_1^{\frac{p-1}{2}} (p - a)^{2k+1} l_p(p - a) \equiv - \sum_1^{\frac{p-1}{2}} a^{2k+1} l_p a - \sum_1^{\frac{p-1}{2}} a^{2k} \pmod{p},$$

d. h. zufolge

$$\sum_1^{\frac{p-1}{2}} a^{2k} \equiv 0 \pmod{p}$$

\* M. LERCH: Math. Annalen Bd 60 S. 473.

\*\* M. LERCH: Math. Annalen Bd 60 S. 477.

\*\*\* M. LERCH: Math. Annalen Bd 60. S. 472.

† P. BACHMANN: Niedere Zahlentheorie Bd I S. 163. Formel (34) und (28).

die Formeln \*

$$\sum_1^{p-1} a^{2k+1} l_p a \equiv 0 \pmod{p} \quad k > 0. \quad (44)$$

Multiplizieren wir mit  $(p-a)^{2k}$  und summieren, finden wir

$$\sum_1^{\frac{p-1}{2}} (p-a)^{2k} l_p (p-a) \equiv \sum_1^{\frac{p-1}{2}} a^{2k} l_p a + \sum_1^{\frac{p-1}{2}} a^{2k-1} \pmod{p},$$

d. h. mit Rücksicht auf die Formeln \* von Herrn Friedemann und die Kongruenzen \*\*

$$\sum_1^{\frac{p-1}{2}} a^{2k-1} \equiv (-1)^k \frac{B_k (2^{2k}-1)}{2k \cdot 2^{2k-1}} \pmod{p},$$

die Kongruenzen

$$\sum_1^{\frac{p-1}{2}} a^{2k} l_p a \equiv (-1)^k \frac{B_k (2^{2k-1} - 2^k + 1)}{2k \cdot 2^{2k}} \pmod{p}.$$

Auf (40') zurückgreifend, multiplizieren wir mit  $(av)^m$  und summieren von 1 bis  $p-1$ . Für  $m=1$  ergibt sich

$$al_p a \sum_1^{p-1} v + a \sum_1^{p-1} v l_p v \equiv \sum_1^{p-1} c_v l_p c_v - \sum_1^{p-1} \left[ \frac{av}{p} \right] \pmod{p},$$

d. h. nach (43') \*\*\*

$$\sum_1^{p-1} \left[ \frac{av}{p} \right] \equiv -\frac{a-1}{2} \pmod{p}.$$

Für  $m=2k+1$   $k > 0$  entsteht

$$a^{2k+1} l_p a \sum_{v=1}^{p-1} v^{2k+1} + a^{2k+1} \sum_1^{p-1} v^{2k+1} l_p v \equiv \sum_{c_v=1}^{p-1} c_v^{2k+1} l_p c_v - a^{2k} \sum_1^{p-1} v^{2k} \left[ \frac{av}{p} \right],$$

d. h. wegen (44) das Formelsystem

$$\sum_1^{p-1} v^{2k} \left[ \frac{av}{p} \right] \equiv 0 \pmod{p} \quad (k > 0).$$

Für  $m=2k$  finden wir das System

$$\frac{1}{a^{2k-1}} \equiv a + (-1)^k \frac{2k}{B_k} \sum_1^{p-1} v^{2k-1} \left[ \frac{av}{p} \right] \pmod{p},$$

\* A. FRIEDEMANN: Journ. f. d. reine u. angen. Math. Bd 135 S. 150 Formel (8).

\*\* D. MIRIMANOFF: Journ. f. d. reine u. angen. Math. Bd 128. S. 54.

\*\*\* M. LERCH: Math. Annalen Bd 60. S. 477.

von denen diejenige für  $k = 1$  von Herrn Lerch\* angegeben worden ist. Derartige Formeln mit Verallgemeinerungen können vervielfältigt werden.

Ich werde jetzt einige von mir herrührenden neuen Formeln herleiten, die von viel grösserer Bedeutung als die eben angeführten sind, und als Vereinfachungen von Herrn Lerch's Formel (42) angesehen werden können, indem durch passende Auswahl der in die Summe eingehenden Elemente bewirkt werden kann, dass man in dem Falle, wo  $a$  zu den Exponenten  $n$  ( $ns = p - 1$ ) gehört, nur über  $n - 1$  Elemente, ja sogar über eine noch geringere Anzahl zu summieren braucht, was offenbar für die niedrigeren Exponenten  $n$  eine beträchtliche Vereinfachung herbeiführt, und diese Formeln wirklich numerisch verwendbar macht.

Mit der Bezeichnung

$$a^v \equiv a_v \pmod{p},$$

wo  $a_v$  den positiven Rest  $\pmod{p}$  bedeutet, wird uns

$$aa_v \equiv a_{v+1} + r_v p \pmod{p^2}$$

oder

$$aa_v \equiv a_{v+1} \left( 1 + p \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \right)$$

vermitteist der Operationen  $l_p$  folgende Kongruenzgleichung

$$l_p a + l_p a_v \equiv l_p a_{v+1} - \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p}$$

gegeben. Wird über  $v = 1, 2 \dots \tau - 1$  summiert, ergibt sich

$$(\tau - 1) l_p a + \sum_1^{\tau-1} l_p a_v \equiv \sum_1^{\tau-1} l_p a_{v+1} - \sum_1^{\tau-1} \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p}$$

d. h.

$$\tau l_p a \equiv l_p a_\tau - \sum_1^{\tau-1} \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p}. \quad (45)$$

Können wir aber  $l_p a_\tau$  in einfache Beziehung zu  $l_p a$  bringen, so haben wir in (45) einen vereinfachten Ausdruck für  $l_p a$  gefunden. Gehört beispielsweise  $a$  zu dem Exponenten  $n$ , so wird für  $\tau = n$   $a_n = 1$ , und (45) nimmt die Gestalt

$$n l_p a \equiv - \sum_1^{n-1} \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p}, \quad (46)$$

die unsere gesuchte und oben erwähnte Formel darstellt und nur  $n - 1$  Elemente in der Summe in allen Fällen, wo  $a$  zu dem Exponenten  $n$  gehört, enthält. Gesetzt dass  $n$  ungerade ist, dann gibt uns

\* M. LERCH: Math. Annalen Bd 60. S. 483 Formel (25\*).



$$\begin{aligned}
 a^n &\equiv 1 \\
 a^{n+1} &\equiv a \\
 \left(a^{\frac{n+1}{2}}\right)^2 &\equiv a \\
 a^{\frac{n+1}{2}} &\equiv a_{\frac{n+1}{2}}
 \end{aligned}$$

die Gleichung

$$\left(a_{\frac{n+1}{2}}\right)^2 = a + S_{\frac{n+1}{2}} p,$$

aus der  $l_p a_{\frac{n+1}{2}}$  zufolge der  $l_p$ -Operationen in folgender Weise

$$2l_p a_{\frac{n+1}{2}} \equiv l_p a - \frac{S_{\frac{n+1}{2}}}{a} \pmod{p}$$

vermittelst  $l_p a$  gelöst wird. Daher führen wir in (45)  $\tau = \frac{n+1}{2}$  ein und erhalten den vereinfachten Ausdruck

$$nl_p a \equiv -\frac{S_{\frac{n+1}{2}}}{a} - 2 \sum_1^{\frac{n-1}{2}} \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p} \quad (46')$$

Für  $n = 2r$  und  $r$  ungerade, gilt

$$\begin{aligned}
 a^r &\equiv -1 \\
 a^{r+1} &\equiv -a \\
 \left(a_{\frac{r+1}{2}}\right)^2 &\equiv -a + S_{\frac{r+1}{2}} p,
 \end{aligned}$$

aus denen die Formel

$$rl_p a \equiv \frac{S_{\frac{r+1}{2}}}{a} - 2 \sum_1^{\frac{r-1}{2}} \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p} \quad (46'')$$

entsteht. Im Falle  $n = 2r$  und  $r = 2s$  erhalten wir endlich wegen

$$\begin{aligned}
 a^r &\equiv -1 \\
 (a_s)^2 &\equiv -1 + S_{r/2} p
 \end{aligned}$$

und der  $l_p$ -Operationen

$$rl_p a \equiv S_{r/2} - 2 \sum_1^{r/2-1} \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p}. \quad (46''')$$

Wie in speziellen Fällen noch weitergehende Vereinfachungen erzielt werden können, liegt auf der Hand. Ich werde mit einem numerischen Beispiele erläutern, wie diese Formeln verwendet werden können, und wähle  $p = 31$ ,  $a = 5$ ,  $n = 3$ ,  $\frac{n+1}{2} = 2$ . Die Werte

$$\begin{aligned} 5^2 &\equiv 5_2 \equiv 25 \\ 25^2 &\equiv 5 + 20 \cdot 31 \\ \sum_1^{\frac{n-1}{2}} \frac{1}{5 \cdot 5_\nu} \left[ \frac{5 \cdot 5_\nu}{31} \right] &= 0 \end{aligned}$$

in (46') eingesetzt, ergeben

$$\begin{aligned} 3l_{31} 5 &\equiv -\frac{2^0}{5} - 2 \cdot 0 \equiv -4 \\ l_{31} 5 &\equiv 9 \end{aligned} \pmod{31}.$$

Eine Vereinfachung anderer Art als die vorhergehenden wollen wir nicht übergehen.

Führen wir nämlich die absolut kleinsten Reste  $(\bmod p)$

$$aa_\nu \equiv \pm a_{\nu+1} + r_\nu p \pmod{p^2} \quad (47)$$

mit  $a_{\nu+1} < \frac{p+1}{2}$  ein, und gebrauchen für  $r_\nu$  das Symbol

$$r_\nu = \left\{ \frac{aa_\nu}{p} \right\} \quad (48)$$

wo also für  $+ a_{\nu+1} \left\{ \frac{aa_\nu}{p} \right\} = \left[ \frac{aa_\nu}{p} \right]$  und  $- a_{\nu+1} \left\{ \frac{aa_\nu}{p} \right\} = \left[ \frac{aa_\nu}{p} \right] + 1$  bedeutet, so kann (47) auch in folgender Weise

$$aa_\nu \equiv \pm a_{\nu+1} \left( 1 + p \frac{1}{aa_\nu} \left\{ \frac{aa_\nu}{p} \right\} \right) \pmod{p^2} \quad (49)$$

geschrieben werden. Werden die  $l_p$ -Operationen auf (49) ausgeführt, so entsteht die Formel

$$l_p a + l_p a_\nu \equiv l_p a_{\nu+1} - \frac{1}{aa_\nu} \left\{ \frac{aa_\nu}{p} \right\} \pmod{p},$$

aus der wir ersehen können, dass überall in unseren Formeln das Symbol  $[ ]$  mit dem Symbole  $\{ \}$  ersetzt werden kann. Ich werde mit demselben Zahlenbeispiele wie oben erweisen, wie sich das Rechnen diesmal gestaltet. Man berechnet

$$\begin{aligned} 5^2 &\equiv 5_2 \equiv -6 \pmod{31} \\ 6^2 &\equiv 5 + 1 \cdot 31 \end{aligned}$$

$$\sum_1^{\frac{n-1}{2}} \frac{1}{5 \cdot 5_\nu} \left\{ \frac{5 \cdot 5_\nu}{31} \right\} = \frac{1}{2 \cdot 5}$$

Werte, die in (46') eingeführt uns das Resultat

$$\begin{aligned} 3l_{31} 5 &\equiv -\frac{1}{5} - 2 \cdot \frac{1}{2 \cdot 5} = -4 \\ l_{31} 5 &\equiv 9 \end{aligned} \pmod{31}$$

geben, das schon gefunden worden ist. Noch ein weiteres Beispiel soll ausgeführt werden.  $p = 71$ ,  $a = 26$ ,  $n = 14$ ,  $\frac{p+1}{2} = 4$ . Man berechnet

$$\begin{aligned}
26^1 &\equiv 26_1 \equiv 26 \\
26^2 &\equiv 26_2 \equiv -34 \\
26^3 &\equiv 26_3 \equiv -32 \quad (\text{mod } 71) \\
26^4 &\equiv 26_4 \equiv 20 \\
20^2 &\equiv -26 + 6 \cdot 71
\end{aligned}$$

$$\sum_{v=1}^{\frac{r-1}{2}} \frac{1}{26 \cdot 26_v} \left\{ \frac{26 \cdot 26_v}{71} \right\} \equiv \frac{10}{26 \cdot 26} + \frac{12}{26 \cdot 34} + \frac{12}{26 \cdot 32} \quad (\text{mod } 71),$$

d. h. wegen (46'')

$$\begin{aligned}
7l_{71} 26 &\equiv \frac{1}{2^6} [6 - 2(-10 \cdot 30 + 12 \cdot 23 + 12 \cdot 20)] \equiv \\
&\equiv \frac{1}{2^6} [6 - 2 \cdot 216] \equiv 0
\end{aligned}$$

die Kongruenz

(mod 71)

$$l_{71} 26 \equiv 0$$

## § 7.

In diesem letzten Teile wird die in der Einleitung erwähnte Verallgemeinerung der  $l_p$ -Operationen eingeführt, nämlich die Operationen  $l_p^2$ , mittels deren die Zahl  $l_p^2 c$  in der Entwicklung

$$c^{p-1} \equiv 1 + p l_p c + p^2 l_p^2 c \quad (\text{mod } p^3) \quad (50)$$

berechnet werden kann. Deswegen gehen wir von

$$m \equiv c + r p + n p^2 \quad (\text{mod } p^3)$$

aus, erheben auf die  $p-1$ :te Potenz

$$m^{p-1} \equiv c^{p-1} - \frac{r}{c} c^{p-1} p + p^2 \left( \frac{r}{c} + \frac{r^2}{c^2} - \frac{n}{c} \right) \quad (\text{mod } p^3),$$

erhalten nach (50)

$$\frac{l_p m - l_p c + \frac{r}{c}}{p} + l_p^2 m \equiv l_p^2 c - \frac{r}{c} l_p c + \frac{r^2}{c^2} + \frac{r}{c} - \frac{n}{c} \quad (\text{mod } p)$$

und vermöge

$$l_p m \equiv l_p c - \frac{r}{c} \quad (\text{mod } p)$$

die Kongruenz

$$\frac{l_p m - l_p c + \frac{r}{c}}{p} + l_p^2 m \equiv l_p^2 c - \frac{r}{c} l_p m + \frac{r}{c} - \frac{n}{c} \quad (\text{mod } p), \quad (51)$$



die unsere »erste Fundamentaloperation  $l_p^2$ » definiert, während die »zweite« von

$$(mc)^{p-1} \equiv 1 + pl_p mc + p^2 l_p^2 mc \pmod{p^3}$$

und nach (50) als

$$l_p^2 mc \equiv \frac{l_p m + l_p c - l_p mc}{p} + l_p^2 m + l_p^2 c + l_p m l_p c \pmod{p} \quad (52)$$

definiert wird.

Die Formeln (51) für  $m = aa_v$ ,  $c = a_{v+1}$  und  $n = 0$  und (52) geben uns nacheinander

$$\frac{l_p aa_v - l_p a_{v+1} + \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \frac{1}{a_{v+1}}}{p} + l_p^2 aa_v \equiv l_p^2 a_{v+1} - \frac{l_p aa_v \left[ \frac{aa_v}{p} \right]}{aa_v} + \frac{1}{a_{v+1}} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p} \quad (53)$$

und

$$l_p^2 aa_v \equiv l_p^2 a + l_p^2 a_v + l_p a l_p a_v + \frac{l_p a + l_p a_v - l_p aa_v}{p} \pmod{p}, \quad (54)$$

aus denen beiden

$$\begin{aligned} l_p^2 a + l_p^2 a_v - l_p^2 a_{v+1} \equiv & - \frac{l_p a + l_p a_v - l_p a_{v+1} + \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \frac{1}{a_{v+1}}}{p} - l_p a l_p a_v - \\ & - \frac{l_p aa_v \left[ \frac{aa_v}{p} \right]}{aa_v} + \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p} \end{aligned} \quad (55)$$

hergeleitet wird. Gesetzt dass  $a$  zu dem Exponenten  $n$  gehört, summieren wir von  $v = 1$  bis  $n - 1$  und erhalten

$$\begin{aligned} nl_p^2 a \equiv & - \frac{nl_p a + \sum_1^{n-1} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \frac{1}{a_{v+1}}}{p} - l_p a \sum_1^{n-1} l_p a_v - \sum_1^{n-1} \frac{l_p aa_v \left[ \frac{aa_v}{p} \right]}{aa_v} + \\ & + \sum_1^{n-1} \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \pmod{p}. \end{aligned} \quad (56)$$

Quadrieren wir in

$$l_p aa_v + \frac{1}{aa_v} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \equiv l_p a_{v+1}$$

und bilden die Summe für  $v = 1, 2 \dots n - 1$ , so entsteht

$$n(l_p a)^2 + \sum_1^{n-1} \left[ \frac{aa_v}{p} \right]^2 \frac{1}{(aa_v)^2} \equiv -2l_p a \sum_1^{n-1} l_p a_v - 2 \sum_1^{n-1} \frac{l_p aa_v \left[ \frac{aa_v}{p} \right]}{aa_v},$$

die in (56) eingeführt mit Rücksicht auf (46) den gesuchten Ausdruck

$$2nl_p^2 a \equiv -2 \frac{nl_p a + \sum_1^{n-1} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \frac{1}{a_{v+1}}}{p} + n(l_p a)^2 + \sum_1^{n-1} \left[ \frac{aa_v}{p} \right]^2 \frac{1}{(aa_v)^2} -$$

$$- 2nl_p a \pmod{p} \quad (57)$$

ergibt. Wir haben nur noch zu beachten, dass  $\sum_{v=1}^{n-1} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \frac{1}{a_{v+1}} \pmod{p^2}$  berechnet werden muss. Aus

$$\frac{1}{a_{v+1}} \equiv \frac{1}{aa_v} + xp \pmod{p^2}$$

finden wir

$$\frac{aa_v - a_{v+1}}{p} \equiv r_v \equiv x aa_v a_{v+1} \equiv x(aa_v)^2 \pmod{p},$$

d. h.,

$$x \equiv \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \frac{1}{(aa_v)^2} \pmod{p}$$

und damit die folgende, symmetrischere Form der Kongruenz (57)

$$\begin{aligned} 2nl_p^2 a &\equiv n(l_p a)^2 - 2nl_p a - \sum_{v=1}^{n-1} \left[ \frac{aa_v}{p} \right]^2 \frac{1}{(aa_v)^2} - \\ &- 2 \frac{nl_p a + \sum_{v=1}^{n-1} \left[ \frac{aa_v}{p} \right] \frac{1}{aa_v}}{p} \pmod{p}. \end{aligned} \quad (58)$$

Um eine Vorstellung davon zu geben, wie mit dieser Formel gerechnet werden kann, führe ich folgendes Beispiel durch  $p = 31$ ,  $a = 5$ ,  $n = 3$ . Wir berechnen

$$5 \cdot 5_2 \equiv 125 \equiv 1$$

$$\sum_{v=1}^2 \left[ \frac{5 \cdot 5_v}{31} \right]^2 \frac{1}{(5 \cdot 5_v)^2} \equiv 16 \pmod{31}$$

ferner

$$\sum_{v=1}^2 \left[ \frac{5 \cdot 5_v}{31} \right] \frac{1}{5 \cdot 5_v} = \frac{4}{125} \equiv 4 - 16 \cdot 31 \pmod{31^2}.$$

In einem Beispiele oben fanden wir

$$l_{31} 5 \equiv 9 \pmod{31}.$$

Alle diese Werte in (58) eingeführt ergeben

$$6l_{31}^2 5 \equiv 243 - 54 - 16 - 2 \frac{3 \cdot 9 + 4 - 16 \cdot 31}{31},$$

d. h., (mod 31)

$$l_{31}^2 5 \equiv 8,$$

ein Resultat, das in folgender Weise geprüft werden kann. Wir haben eben

$$5^{30} \equiv 1 + 9 \cdot 31 + 8 \cdot 31^2 \pmod{31^3}$$

d. h. auch

$$5^{31} \equiv 5 + 14 \cdot 31 + 10 \cdot 31^2 \pmod{31^3}$$

berechnet. Nach (35) muss also eine Kongruenz

$$(5 + 14 \cdot 31 - 7 \cdot 31^2)^3 \equiv 1 \pmod{31^3}$$

befriedigt sein, was auch leicht bestätigt wird.

Schliesslich will ich zeigen, wie das  $l_p^2$ -Operieren auch für die Methode der Paragraphen §§ 2 und 3 verwendet werden kann. Deshalb wollen wir vorher eine allgemeine Formel aufstellen, die zwar aus (52) hergeleitet werden kann, aber besser direkt berechnet wird. Wir erheben (50) auf die  $n$ -te Potenz

$$a^{n(p-1)} \equiv 1 + n p l_p a + p^2 (n l_p^2 a + \frac{n(n-1)}{2} (l_p a)^2) \pmod{p^3}$$

und erhalten wegen

$$a^{n(p-1)} \equiv 1 + p l_p a^n + p^2 l_p^2 a^n \pmod{p^2}$$

den gesuchten Ausdruck

$$l_p^2 a^n \equiv n l_p^2 a + \frac{n(n-1)}{2} (l_p a)^2 + \frac{n l_p a - l_p a^n}{p} \pmod{p}. \quad (58)$$

Liegt nun die Gleichung

$$a^\alpha b^\beta = c^\gamma + r p$$

vor, dann wird mit Rücksicht auf die erste Operation  $l_p^2$  folgende Kongruenz

$$\frac{l_p a^\alpha b^\beta - l_p c^\gamma + \frac{r}{c^\gamma}}{p} + l_p^2 a^\alpha b^\beta \equiv l_p^2 c^\gamma - \frac{r}{c^\gamma} l_p a^\alpha b^\beta + \frac{r}{c^\gamma} \pmod{p} \quad (59)$$

bestimmt, die nachher vermittelt der zweiten Operation  $l_p^2$  und der beiden  $l_p$ -Operationen weiter reduziert werden kann. Wie eine solche sukzessive Auflösung von (59), bis eine lineare Kongruenz hervorgeht, die nur  $l_p^2 a$ ,  $l_p^2 b$  und  $l_p^2 c$  verbindet, ausgeführt werden kann, wird mit folgendem Beispiele erläutert. Von

$$\begin{aligned} 54 &= -5 + 1 \cdot 59 \\ 32 &= -27 + 1 \cdot 59 \\ 60 &= +1 + 1 \cdot 59 \end{aligned} \quad (60)$$

ausgehend und wegen der folgenden Werte  $l_p a > 0$

$$\begin{aligned} l_{59} 2 &\equiv 8 \\ l_{59} 3 &\equiv 41 \\ l_{59} 5 &\equiv 1 \end{aligned} \pmod{59} \quad (61)$$

berechnen wir zufolge (59) aus der ersten Gleichung (60)

$$\frac{l_{59} 54 - l_{59} 5 - \frac{1}{5}}{59} + l_{59}^2 54 \equiv l_{59}^2 5 + \frac{1}{5} l_{59} 54 - \frac{1}{5} \pmod{59}.$$

Aus

$$l_{59} 3 \equiv 41$$

finden wir



$$l_{59} 27 \equiv 5 \pmod{59}$$

und

$$l_{59} 54 \equiv 13.$$

Vermöge

$$\frac{1}{5} \equiv 12 - 12 \cdot 59 \pmod{59^2}$$

ergibt sich alsdann

$$l_{59}^2 54 - l_{59}^2 5 \equiv -12 + 38 - 12 \equiv 14.$$

Nach (52) erhalten wir ferner

$$\begin{aligned} l_{59}^2 2 + l_{59}^2 27 - l_{59}^2 5 &\equiv 14 - l_{59} 2 l_{59} 27 + \frac{l_{59} 54 - l_{59} 2 - l_{59} 27}{59} \\ &\equiv 14 - 40 + 0 \equiv -26 \pmod{59} \end{aligned}$$

und endlich mit Rücksicht auf (58)

$$\begin{aligned} l_{59}^2 2 + 3l_{59}^2 3 - l_{59}^2 5 &\equiv -26 - 3(l_{59} 3)^2 + \frac{l_{59} 27 - 3l_{59} 3}{59} \\ &\equiv -26 - 28 - 2 \equiv 3 \pmod{59}. \end{aligned}$$

Damit haben wir also die erste lineare Kongruenz

$$l_{59}^2 2 + 3l_{59}^2 3 - l_{59}^2 5 \equiv 3 \pmod{59}$$

durch sukzessive Reduktion gewonnen. Ganz in derselben Weise können aus den zwei letzten Gleichungen (60) die beiden folgenden Kongruenzen

$$\begin{aligned} 5l_{59}^2 2 - 3l_{59}^2 3 + 0 l_{59}^2 5 &\equiv +18 \\ 2l_{59}^2 2 + 1l_{59}^2 3 + 1 l_{59}^2 5 &\equiv -9 \end{aligned} \pmod{59}$$

aufgeschrieben werden. Wir erhalten die Lösungswerte

$$\begin{aligned} l_{59}^2 2 &\equiv 10 \\ l_{59}^2 3 &\equiv 50 \\ l_{59}^2 5 &\equiv 39 \end{aligned} \pmod{59},$$

die leicht in den schon gefundenen umgerechnet werden können.

Die Darlegungen dieses letzten Paragraphen zeigen unmittelbar, wie die fernere Verallgemeinerung auf  $l_p^3$  und  $l_p^\nu$  für beliebiges  $\nu$ , wenigstens im Prinzip, ausgeführt werden kann. Man erhält aber auch eine Vorstellung von den mit  $\nu$  wachsenden Schwierigkeiten und Komplikationen.

$$a^p \equiv a + x_a p \pmod{p^2}.$$

| $a$      | $x_a$ | $a$      | $x_a$ | $a$      | $x_a$ | $a$      | $x_a$ | $a$      | $x_a$ |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| $p = 11$ |       | 9        | + 9   | 11       | - 19  | 20       | + 1   | 21       | - 14  |
| 2        | - 1   | 10       | + 4   | 12       | - 16  | 21       | + 18  | 22       | + 10  |
| 3        | 0     | 11       | - 8   | 13       | + 12  | 22       | + 2   | 23       | + 11  |
| 4        | - 4   | 12       | + 1   | 14       | + 20  | 23       | - 2   | 24       | + 26  |
| 5        | + 2   | 13       | - 7   | 15       | - 8   | $p = 53$ |       | 25       | - 9   |
| $p = 13$ |       | 14       | + 0   | 16       | - 4   | 2        | + 19  | 26       | + 16  |
| 2        | + 6   | $p = 31$ |       | 17       | + 12  | 3        | + 16  | 27       | + 17  |
| 3        | - 2   | 2        | + 12  | 18       | - 19  | 4        | + 23  | 28       | + 9   |
| 4        | - 2   | 3        | - 11  | 19       | - 18  | 5        | - 14  | 29       | - 26  |
| 5        | + 5   | 4        | + 17  | 20       | + 11  | 6        | - 17  | $p = 61$ |       |
| 6        | + 1   | 5        | + 14  | $p = 43$ |       | 7        | + 21  | 2        | + 11  |
| $p = 17$ |       | 6        | + 14  | 2        | + 7   | 8        | + 16  | 3        | - 22  |
| 2        | + 9   | 7        | - 4   | 3        | + 6   | 9        | - 10  | 4        | - 17  |
| 3        | - 4   | 8        | - 11  | 4        | - 15  | 10       | + 14  | 5        | + 7   |
| 4        | + 2   | 9        | - 4   | 5        | - 5   | 11       | - 8   | 6        | - 11  |
| 5        | - 8   | 10       | - 5   | 6        | - 10  | 12       | - 26  | 7        | - 25  |
| 6        | + 2   | 11       | + 13  | 7        | - 10  | 13       | - 14  | 8        | + 10  |
| 7        | + 4   | 12       | + 7   | 8        | - 2   | 14       | + 16  | 9        | - 10  |
| 8        | + 6   | 13       | - 8   | 9        | - 7   | 15       | - 15  | 10       | + 8   |
| $p = 19$ |       | 14       | + 4   | 10       | - 18  | 16       | + 25  | 11       | + 11  |
| 2        | + 6   | 15       | - 13  | 11       | - 2   | 17       | - 9   | 12       | - 17  |
| 3        | - 3   | $p = 37$ |       | 12       | - 21  | 18       | - 8   | 13       | + 27  |
| 4        | + 5   | 2        | + 2   | 13       | - 7   | 19       | + 12  | 14       | + 27  |
| 5        | + 3   | 3        | + 17  | 14       | - 14  | 20       | + 6   | 15       | - 28  |
| 6        | - 7   | 4        | + 8   | 15       | + 15  | 21       | + 16  | 16       | - 14  |
| 7        | - 4   | 5        | - 13  | 16       | + 9   | 22       | - 19  | 17       | + 20  |
| 8        | - 4   | 6        | + 3   | 17       | + 8   | 23       | + 9   | 18       | + 18  |
| 9        | + 1   | 7        | - 12  | 18       | + 6   | 24       | + 17  | 19       | - 18  |
| $p = 23$ |       | 8        | - 13  | 19       | 0     | 25       | + 19  | 20       | + 4   |
| 2        | - 12  | 9        | - 9   | 20       | - 9   | 26       | - 9   | 21       | + 15  |
| 3        | + 5   | 10       | - 16  | $p = 47$ |       | $p = 59$ |       | 22       | + 21  |
| 4        | - 2   | 11       | - 16  | 2        | - 6   | 2        | + 16  | 23       | + 9   |
| 5        | + 1   | 12       | + 18  | 3        | - 14  | 3        | + 5   | 24       | - 24  |
| 6        | - 3   | 13       | + 13  | 4        | + 23  | 4        | + 5   | 25       | + 9   |
| 7        | - 8   | 14       | - 10  | 5        | - 5   | 5        | + 5   | 26       | + 14  |
| 8        | - 6   | 15       | + 9   | 6        | + 1   | 6        | - 1   | 27       | + 16  |
| 9        | + 7   | 16       | - 10  | 7        | + 23  | 7        | + 23  | 28       | + 25  |
| 10       | - 12  | 17       | + 11  | 8        | + 22  | 8        | + 15  | 29       | - 27  |
| 11       | + 8   | 18       | + 0   | 9        | + 10  | 9        | - 29  | 30       | - 13  |
| $p = 29$ |       | $p = 41$ |       | 10       | + 7   | 10       | - 28  | $p = 67$ |       |
| 2        | + 2   | 2        | + 5   | 11       | - 13  | 11       | - 24  | 2        | + 20  |
| 3        | - 13  | 3        | - 19  | 12       | + 13  | 12       | - 24  | 3        | - 22  |
| 4        | + 8   | 4        | + 20  | 13       | + 6   | 13       | + 22  | 4        | + 13  |
| 5        | - 3   | 5        | - 12  | 14       | + 4   | 14       | - 19  | 5        | - 34  |
| 6        | + 9   | 6        | + 18  | 15       | + 9   | 15       | - 19  | 6        | + 16  |
| 7        | - 7   | 7        | + 13  | 16       | - 4   | 16       | - 19  | 7        | - 18  |
| 8        | - 5   | 8        | + 19  | 17       | - 23  | 17       | - 14  | 8        | - 28  |
|          |       | 9        | + 9   | 18       | + 13  | 18       | + 27  | 9        | + 2   |
|          |       | 10       | + 1   | 19       | - 19  | 19       | + 2   | 10       | + 32  |
|          |       |          |       |          |       | 20       | - 14  | 11       | + 4   |

$$a^p \equiv a + x_a p \pmod{p^2}.$$

| $a$      | $x_a$ | $a$      | $x_a$ | $a$      | $x_a$ | $a$      | $x_a$ | $a$      | $x_a$ |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| 12       | + 18  | 33       | - 9   | 14       | - 33  | 29       | - 13  | 42       | - 26  |
| 13       | - 23  | 34       | + 9   | 15       | + 29  | 30       | + 28  | 43       | + 17  |
| 14       | - 30  | 35       | - 35  | 16       | + 31  | 31       | + 28  | 44       | - 42  |
| 15       | - 11  | $p = 73$ |       | 17       | + 6   | 32       | 39    | $p = 97$ |       |
| 16       | - 30  | 2        | - 34  | 18       | - 5   | 33       | - 37  | 2        | + 17  |
| 17       | - 22  | 3        | + 5   | 19       | - 32  | 34       | + 7   | 3        | + 21  |
| 18       | - 17  | 4        | + 10  | 20       | + 10  | 35       | - 5   | 4        | - 29  |
| 19       | - 28  | 5        | + 19  | 21       | + 14  | 36       | + 13  | 5        | - 42  |
| 20       | - 4   | 6        | - 19  | 22       | + 19  | 37       | + 13  | 6        | - 4   |
| 21       | - 7   | 7        | - 25  | 23       | - 22  | 38       | - 16  | 7        | - 9   |
| 22       | + 27  | 8        | + 30  | 24       | - 22  | 39       | - 4   | 8        | + 10  |
| 23       | - 26  | 9        | + 30  | 25       | + 21  | 40       | + 17  | 9        | + 29  |
| 24       | + 8   | 10       | + 14  | 26       | - 35  | 41       | 18    | 10       | + 1   |
| 25       | - 5   | 11       | - 22  | 27       | + 29  | $p = 89$ |       | 11       | + 31  |
| 26       | + 13  | 12       | + 30  | 28       | - 8   | 2        | + 12  | 12       | + 3   |
| 27       | + 9   | 13       | - 41  | 29       | - 14  | 3        | - 17  | 13       | + 31  |
| 28       | + 19  | 14       | + 4   | 30       | + 38  | 4        | - 41  | 14       | + 4   |
| 29       | + 10  | 15       | + 9   | 31       | + 0   | 5        | - 8   | 15       | - 21  |
| 30       | + 10  | 16       | + 7   | 32       | + 38  | 6        | + 2   | 16       | - 38  |
| 31       | + 8   | 17       | - 30  | 33       | + 38  | 7        | + 23  | 17       | - 12  |
| 32       | - 8   | 18       | - 27  | 34       | + 26  | 8        | 34    | 18       | + 17  |
| 33       | - 29  | 19       | - 10  | 35       | - 6   | 9        | 13    | 19       | - 38  |
| $p = 71$ |       | 20       | - 20  | 36       | - 37  | 10       | + 44  | 20       | - 22  |
| 2        | + 4   | 21       | + 33  | 37       | - 37  | 11       | 9     | 21       | + 23  |
| 3        | + 25  | 22       | + 20  | 38       | + 26  | 12       | - 13  | 22       | - 42  |
| 4        | + 16  | 23       | + 31  | 39       | + 9   | 13       | - 3   | 23       | + 17  |
| 5        | + 27  | 24       | - 16  | $p = 83$ |       | 14       | + 41  | 24       | + 4   |
| 6        | - 9   | 25       | - 29  | 2        | + 13  | 15       | 20    | 25       | - 32  |
| 7        | + 12  | 26       | - 13  | 3        | + 26  | 16       | + 28  | 26       | - 8   |
| 8        | - 23  | 27       | - 11  | 4        | - 31  | 17       | - 36  | 27       | - 15  |
| 9        | + 8   | 28       | - 30  | 5        | - 2   | 18       | - 7   | 28       | - 45  |
| 10       | + 3   | 29       | - 23  | 6        | + 8   | 19       | 5     | 29       | - 29  |
| 11       | + 0   | 30       | + 19  | 7        | + 35  | 20       | + 30  | 30       | + 19  |
| 12       | + 6   | 31       | - 22  | 8        | - 10  | 21       | + 39  | 31       | - 46  |
| 13       | - 26  | 32       | - 19  | 9        | - 10  | 22       | + 25  | 32       | + 2   |
| 14       | - 19  | 33       | - 11  | 10       | - 22  | 23       | + 31  | 33       | + 33  |
| 15       | - 7   | 34       | + 19  | 11       | + 3   | 24       | + 29  | 34       | - 26  |
| 16       | - 14  | 35       | + 28  | 12       | + 11  | 25       | + 9   | 35       | - 48  |
| 17       | + 6   | 36       | - 9   | 13       | - 31  | 26       | - 28  | 36       | - 48  |
| 18       | - 19  | 37       | + 8   | 14       | - 5   | 27       | - 14  | 37       | + 33  |
| 19       | - 34  | $p = 79$ |       | 15       | + 41  | 28       | - 17  | 38       | - 44  |
| 20       | - 25  | 2        | + 38  | 16       | + 1   | 29       | 18    | 39       | - 22  |
| 21       | - 2   | 3        | + 4   | 17       | - 24  | 30       | - 38  | 40       | + 5   |
| 22       | - 27  | 4        | - 6   | 18       | + 14  | 31       | + 43  | 41       | + 1   |
| 23       | - 4   | 5        | + 10  | 19       | - 7   | 32       | - 19  | 42       | + 15  |
| 24       | - 11  | 6        | - 36  | 20       | + 3   | 33       | 36    | 43       | - 42  |
| 25       | - 14  | 7        | - 31  | 21       | + 38  | 34       | + 43  | 44       | - 1   |
| 26       | + 0   | 8        | - 18  | 22       | - 17  | 35       | - 30  | 45       | - 39  |
| 27       | - 35  | 9        | + 24  | 23       | - 32  | 36       | + 24  | 46       | + 37  |
| 28       | + 18  | 10       | - 27  | 24       | + 12  | 37       | + 10  | 47       | + 26  |
| 29       | - 21  | 11       | - 2   | 25       | - 20  | 38       | + 40  | 48       | + 28  |
| 30       | - 25  | 12       | - 2   | 26       | + 24  | 39       | + 37  |          |       |
| 31       | - 31  | 13       | + 12  | 27       | + 38  | 40       | + 33  |          |       |
| 32       | - 35  |          |       | 28       | + 6   | 41       | + 9   |          |       |



BIDRAG TILL KÄNNEDOMEN OM  
VÄSTERGÖTLANDS YNGSTA ORDOVICIUM

JÄMTE ETT FÖRSÖK TILL PARALLELLISERING AV DE ORDOVICISK-GOTLANDISKA  
GRÄNSLAGREN I SVERIGE OCH N. AMERIKA

AV

GUSTAF T. TROEDSSON

---

(WITH AN ENGLISH SUMMARY)



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 12 mars 1919.

LUND 1921

HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Den utpräglad lokala fauna, som tack vare egendomliga faciesförhållanden karakteriserar Skånes yngsta ordovicium<sup>1</sup>, erbjuder knappast några hållpunkter för direkt jämförelse med likåldriga bildningar inom andra områden. Då emellertid såväl liggandet som hängandet — fastän ännu ofullständigt kända — innehåller en fauna, som har stor horisontal utbredning, bör en noggrann undersökning av dessa lager ge betydligt rikare resultat i stratigrafiskt hänseende. En direkt jämförelse med ekvivalenta bildningar har dock sitt givna intresse och är naturligtvis lättast att genomföra för nära liggande områden, i detta fall framför allt Västergötland, vars brakiopodskiffer mera än Skånes äger gemenskap med andra silurområden beträffande faunan. För en dylik jämförande undersökning har emellertid en granskning av faunan i Västergötlands brakiopodskiffer varit nödvändig, då vår kännedom om denna är synnerligen obetydlig. Denna granskning, som långt ifrån gör anspråk på att vara uttömmande, avser sålunda huvudsakligen jämförelsen med Skåne och kan trots sin fragmentariska karaktär måhända vara av intresse att här framlägga.

Det undersökta materialet har i huvudsak erhållits vid fältundersökningar, som författaren utfört inom Falbygden en kortare period år 1915, men därjämte har även en revision ägnats äldre å Lunds geologiska museum förvarade samlingar, som hopbragts av J. A. VALLIN, I. WALLERIUS, S. L. TÖRNQUIST m. fl. Fossilen äro i allmänhet svåra att bestämma. Detta gäller särskilt brakiopoderna, som nästan alltid sakna skal. I följd därav har jag i flera fall lämnat dessa fossil åsido, då de äro av föga värde för jämförelsen med Skåne. De lokaler, som närmare undersöktes, voro Ällebergsände, Bestorp (Mösseberg) i södra samt Skogastorp (Högstenaberget) och Kungslena-Stommen (Varvberget) inom norra Falbygden.

---

Innan vi övergå till den egentliga lokalbeskrivningen torde en del orienterande stratigrafiska och terminologiska anmärkningar böra förutskickas.

Den av LINNARSSON<sup>2</sup> införda benämningen brakiopodskiffer, som uppkallades efter den brakiopodrika avdelningen inom Västergötlands yngsta ordovicium, har

---

<sup>1</sup> G. T. TROEDSSON, Om Skånes brachiopodskiffer. Medd. fr. Lunds Geol. Fältklubb, Ser. B, Nr 10. Kungl. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F., Bd 30, Nr 3. Lund 1918.

<sup>2</sup> J. G. O. LINNARSSON, Om Västergötlands Cambriska och Siluriska aflagringar. K. Sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 8, Nr 2. Stockholm 1869.



sedermera använts med ständigt varierande omfattning. LINNARSSON betecknade därmed både *staurocephalus*skiffern och överliggande lager eller »egentlig brakiopodskiffer», vari även i regel inbegreps *acidaspisskiffer*, där sådan är utbildad. Sedermera har i litteraturen oftast använts tredelningen 1) *staurocephalus*skiffer — 2) egentlig brakiopodskiffer — 3) *acidaspisskiffer*. Vad som i Skåne går under namn av brakiopodskiffer, motsvarar troligen endast den mellersta av dessa avdelningar. För Norge har KIAER<sup>1</sup> upptagit samma benämning men begränsat den till en bestämd facies, vilket också måste vara riktigast. I Västergötland kan i överensstämmelse härmed »brakiopodskiffer» fasthållas för den sandiga skiffern med brakiopoder. Att däremot bibehålla detta namn som stratigrafisk beteckning kan ej vara ändamålsenligt, framför allt på grund av den växlande tydning det fått. Även som faciesbegrepp täcker det ej ens »egentlig brakiopodskiffer», emedan en stor del av denna kan vara utbildad med annan facies (korallfacies på Ålleberg). »Harpesled», som i senare tid ersatt ANGELINS »regio harparum», är ej heller någon lycklig benämning på denna horisont, emedan harpesarterna höra till dess allra sällsyntaste fossil<sup>2</sup>. Det riktigaste är i detta fall helt säkert att införa ett nytt namn. I enlighet med den synnerligen goda princip, som tillämpats av skandinaviska stratigrafer, bör härför väljas namnet på ett fossil, som i största möjliga grad fyller fordringarna på att vara ett gott ledfossil. Ett dylikt, redan länge betraktat som sådant, är *Dalmanites mucronatus*. Denna art karakteriserar yngsta ordovicium både i Skåne, Östergötland, Västergötland, Norge och England. Benämningarna »harpesled» och »brakiopodskiffer» — det senare i vidsträckt bemärkelse — skulle jag därför vilja föreslå utbyta mot resp. »*dalmanitesled*» och »*dalmanites*skiffer», alltså i analogi med t. ex. *trinucleusled* — *trinucleus*skiffer; *chasmopsled* — *chasmops*kalk; *ceratopygeled* — *ceratopyge*kalk, *ceratopyge*skiffer.

*Staurocephalus*skiffern eller zonen med *Staurocephalus clavifrons* fördes som bekant av LINNARSSON till brakiopodskiffern huvudsakligen på grund av sitt läge med direkt övergång i hängaudet men skild från den egentliga *trinucleus*skiffern genom fossilfria skiffrar. Dess fauna, i vilken trilobiterna dominera, består enligt LINNARSSON (l. c. 1869) av

*Agnostus trinodus* SALT.

*Illaenus megalophthalmus* LNRSN

*Phillipsinella parabola* BARR.

*Remopleurides radians* BARR.

*Pseudosphærexochus laticeps* LNRSN

*Staurocephalus clavifrons* ANG.

*Dalmanites mucronatus* BRONGN.

*Trinucleus Wahlenbergi* ROUAULT

*Calymene tuberculata* BRÜNN.

*Acidaspis centrina* DALM.

*Proetus brevifrons* ANG.

Av dessa tillhöra de fem förstnämnda samt *Trinucleus Wahlenbergi* även den egentliga *trinucleus*skiffern, under det de övriga med undantag av *Staurocephalus clavifrons*

<sup>1</sup> Faunistische Uebersicht der Etage 5 des norwegischen Silursystems. Math.-nat. Klasse. Kristiania 1897; samt: Etage 5 i Asker ved Kristiania. Norges Geol. Unders. aarbog f. 1902.

<sup>2</sup> Jfr TÖRNQUIST, Några anmärkningar om indelningar inom Sveriges kambro-silur. s. 427. Geol. För. Förh. Bd 35. 1913.

— den enda till denna zon inskränkta arten — träffas i hängandet; *Remopleurides radians* har dock blivit funnen av TÖRNQUIST (se sid. 7) även i sistnämnda lager. Då uppträdandet av nya arter onekligen måste tillmätas större värde i stratigrafiskt hänseende än fortlevandet av äldre, synes det, som om Västergötlands stau-rocephaluszon verkligen skulle i enlighet med LINNARSSONS uppfattning vara närmare ansluten till hängandet än till liggandet. Härvid är dock att märka, att noggrannare undersökningar av denna zon aldrig företagits. I Skåne, där OLIN ägnat dess trilobiter någon uppmärksamhet<sup>1</sup>, visar faunan däremot så stor överensstämmelse med den i z. m. *Ampyx Portlocki* BARR., att en bestämd gräns emellan dessa två zoner torde vara svår att uppdraga, medan å andra sidan hängandet innehåller lämningar av en i hög grad avvikande fauna. Av de ännu långt ifrån fullständiga undersökningar jag hittills själv hunnit ägna Skånes staurocephalusskiffer, synes detta förhållande bekräftas. Den höjning, som inträdde mot slutet av ordovicium, fick i Skåne en ödesdiger betydelse för den där levande faunan, särskilt trilobiterna. Staurocephaluszonens övre gräns är därför här väl markerad, mera i faunistiskt än i petrografiskt hänseende. Detta, liksom det ovan sagda, är också anledningen till att skånska stratigrafer, såsom TULLBERG, TÖRNQUIST, MOBERG, OLIN, räknat sistnämnda skiffer till trinucleusledet. Samma skiffer i Västergötland såväl som i Skåne äger däremot en mängd element gemensamma med Västergötlands »brakiopodskiffer», vilket förklarar, att ANGELIN, LINNARSSON m. fl., som hämtat sina stratigrafiska rön huvudsakligen från detta landskap, fört den samman med hängandet.

<sup>1</sup> OLIN, E., Om de chasmopskalken och trinucleusskiffern motsvarande bildningarna i Skåne. K. Fys. Sällsk. Handl. N. F. Bd 17. Nr 3. Medd. fr. Lunds Geol. Fältklubb. Ser. B. Nr 1. Lund 1906.

|                         | Västergötland   |  | Skåne   |                        |               |
|-------------------------|---|--|---|------------------------|---------------|
|                         | Linnarsson 1869   | Auktor   | Zonindelning  | Facies                 | Etag          |
| Göfandium<br>(Silurian) | Övre graptolitskiffer   | Rastritesskiffer   | Z. m. <i>Diplograptus acuminatus</i>  | Graptolit<br>skiffer   | Rastritesled  |
|                         | Acidaspisskiffer<br>Brakiopodskiffer<br>s. s.<br>Staurocephalus-<br>skiffer | Z. m. <i>Acidaspis centrina</i> och<br><i>Climacogr. scalaris</i> v. norm.<br>Z. m. <i>Meristella crassa</i> och<br><i>Homalonotus platynotus</i><br>Z. m. <i>Staurocephalus clavi-<br/>frons</i><br><br>Trinucleusskiffer | Z. m. <i>Climacograptus scalaris</i><br>var. <i>normalis</i><br>Z. m. <i>Dalmanites mucronatus</i><br>Z. m. <i>Dalmanites eucentrus</i><br>Z. m. <i>Staurocephalus clavi-<br/>frons</i> | Dalmanites-<br>skiffer | Dalmanitesled |
| Ordovicium              | Trinucleusskiffer   |  | Z. m. <i>Ampyx Portlocki</i> BARR.  | Trinucleusskiffer      | Trinucleusled |



De resultat, jag framlagt i »Skånes brachiopodskiffer», visa emellertid, att den skånska faunan under denna tid var utpräglad lokal, varför den ovannämnda skarpa gränsen emellan staurocephaluszonen och dess hängande saknar allmän stratigrafisk betydelse. Det är därför möjligt, att en ingående undersökning av sistnämnda zon kommer att ge rätt åt den äldre uppfattningen om dalmanites- eller »harpesledets» vertikala utsträckning. På grund därav anser jag det för tidigt att *nu* fixera detta leds undre gräns. Staurocephaluszonens självständiga ställning i schemat är därför en rent provisorisk åtgärd.

De båda yngsta ordoviciska zonerna, som redan LINNARSSON särskilde i Västergötland, böra benämnas efter sina mest karakteristiska fossil. Goda ledfossil äro för den undre av dem *Meristella crassa* SOW., *Homalonotus platynotus* DALM. och *Lichas laciniatus* WAHLENB. Av dessa är den sistnämnda sällsyntast och för övrigt inskränkt till Västergötland, medan *Homalonotus platynotus* även förekommer i Skåne och *Meristella crassa* i Norge, Dalarna och England i ungefär samma horisont. Avdelningen bör därför kallas zon med *Meristella crassa* och *Homalonotus platynotus* och innefattar skiffer av brachiopodfacies jämte korallbankarna. Acidaspisskiffern åter tillhör zonen med *Acidaspis centrina* och *Climacograptus scalaris*.

### Ålleberg.

Vid Ållebergsände upptogs förutom några smärre skärningar en fullständig profil i den största av de bekanta, fritt liggande kullarna. Kullens topp består av tunnkluvan graptolitskiffer. Dalmanitesledet börjar

1. (underst) med en storkluven, hård bergart, som i friskt tillstånd genomgående tycks ha varit tät, flintartad, gråblå. Åtminstone anträffas här och var ovittrade partier av dylikt utseende. Denna skiffer är emellertid mest känd förvittrad, i vilket skick den nästan alltid framkommer i dagen; den är då sandig, till färgen grå i olika nyanser, brun eller vit. Det är dock möjligt, att det endast är de bruna och vissa av de grå varieteterna, som ursprungligen haft ovannämnda utseende. Fossilen framkomma bäst ur vittrad skiffer och utgöras framför allt av brachiopoder, som kunna uppträda massvis på skiktytorna. En av de allra allmännaste är *Schuchertella pecten* L. Följande äro anträffade:

*Ptychophyllum Linnarssoni* LINDSTR.

*Propora conferta* EDW. & HAIME.

Krinoidstjälkled

Bryozoer

*Discina concentrica* WAHLENB. sp. Föreligger i ett antal goda exemplar, varför jag ej tvekar att identifiera den med *Patella? concentrica* WAHL., som visserligen aldrig avbildats men uppgiyes vara funnen »in schisto argillaceo Vestrogothiæ ad Mösseberg».



*Platystrophia biforata* v. SCHLOTH.

*Schuchertella pecten* DALM. o. a. Strophomenidæ, såsom

*Leptaena rhomboidalis* WILCK. och

*Plectambonites comitans*(?) BARR. Sällsynt. Dåliga exemplar. Trots den påfallande yttre likheten med fossil av denna art från Skåne kan ej med visshet avgöras, huruvida verkligen denna art eller *P. 5-costata* M'COY föreligger.

*Meristella crassa* Sow.

Därjämte ett antal andra brakiopoder, varibland stenkärnor; som jag identifierar med den av DALMAN o. a. äldre författare uppgivna *Atrypa reticularis* L. (mycket allmän), vidare fragment av en art, som påminner om *Atrypa imbricata* Sow., åtskilliga orthisararter m. fl.

*Pterinea* sp. Mycket stor art.

*Hyolithus* sp. Endast ett exemplar, påminnande till storlek och form mest om *H. Mobergi* TROEDS. i Skånes staurocephaluszon och dalmanitesskiffer.

*Primitia conica* TROEDS. Sällsynt.

*Dalmanites mucronatus* BRONGN. Allmän.

*Calymene* cfr *tuberculata* BRÜNN.

*Homalonotus platynotus* DALM. Allmän.

*Lichas laciniatus* WAHLENB.

*Acidaspis centrina* DALM.

*Proetus brevifrons* ANG.

LINNARSSON anför därjämte

*Tentaculites* sp.

*Lichas polytomus* ANG.

I WALLERIUS' samlingar förekomma vidare

Cystidé

Ortocer

samt i TÖRNQUISTS samlingar

*Iliaenus* sp.

*Remopleurides radians* BARR. på en stuff av typisk brakiopodskiffer tillsammans med *Lichas laciniatus*.

Slutligen ha JONES och WOODWARD — Geol. Magazine 1888 — beskrivit

*Ceratiocaris Angelini* från denna horisont på Älleberg. De *Ceratiocaris*-fragment jag funnit vid Stommen (s. 10) tillhöra förmodligen en annan art. De utgöras av böjda, svärdliknande taggar av c:a 5 cm. längd och likna närmast fragment, som träffats på samma nivå i Skåne.

På c:a 0,8 m. höjd; från basen räknat, ligger en kalkbank, alldeles uppfylld av *Ptychophyllum Linnarssoni* men för övrigt förande brakiopoder (*Orthis*-arter, *Schuchertella pecten*, *Meristella crassa*) och krinoidstjälkar. Kalken, som är alldeles oskiktad samt grå och hård, växlar starkt i mäktighet. I ifrågavarande profil är den 1,5 m. Ovan korallbanken fortsätter den tjockskiviga skiffern, möjligen mindre kalkrik än förut, men såvitt jag kunnat se, med samma fauna. Hela den nu nämnda avdelningen av dalmanitesskiffern har en mäktighet av 3,5 m. I en annan profil (östligaste kullens nordvästra hörn), där gränsen emot liggandet är blottad, är den sammanlagda mäktigheten av korallbanken och underliggande skiffer 2,2 m.

Denna del av dalmanitesledet övergår uppåt med obestämd gräns i

2. en fossilfattig, mjuk skiffer med linsartade avsöndringsformer. Denna, som är 1 m. och bl. a. innehåller

*Climacograptus* sp. (cfr *Cl. scalaris* HIS. var. *normalis* LAPW.)

*Meristella* sp.

*Orthoceras* sp.

*Primitiella tenera* LNRSN

*Calymene* cfr *tuberculata* BRÜNN. (enl. LINNARSSON).

*Acidaspis centrina* DALM.

*Proetus* sp., troligen ej *P. brevifrons*,

fräser ej för syra samt erinrar något om de kalkfattiga varieteterna av Skånes dalmanitesskiffer. Den är säkerligen närmast att jämföra med acidaspiszonen inom norra Falbygden.

3. Uppåt blir bergarten mer och mer graptolitförande samt antar slutligen det för graptolitskiffrar jämnskiffriga utseendet. Denna avdelning, som bildar kullens topp, är något mer än 3 m. Den är antagligen i sin helhet att räkna till övre graptolitskiffern, för vilken dock någon bestämd gräns nedåt ej kan läggas. De äldsta bestämbara graptoliterna äro enligt TÖRNQUIST<sup>1</sup>:

*Diplograptus longissimus* KURCK

*Monograptus revolutus* KURCK

*Climacograptus rectangularis* M'COY<sup>2</sup>

*M. Sandersoni* LAPW.

och tillhöra alltså zonen med *Monograptus revolutus* KURCK.

De övriga profilerna erbjuda intet av speciellt intresse, utom vad som ovan sagts, varför vi här förbigå dem.

### Bestorp.

Denna klassiska lokal på Mösseberg, något mer än 1 km. V. om Rantens järnvägsstation, är liksom Allebergsände alltför välbekant för att här behöva ägnas en närmare beskrivning.

<sup>1</sup> Några anteckningar om Vestergötlands öfversiluriska graptolitskiffrar. Geol. För. i Sthlm Förh. Bd 21 (1899).

<sup>2</sup> ELLES & WOOD (British Graptolites. London 1906. p. 190) ha hänfört TÖRNQUISTS svenska exemplar av *C. rectangularis* till *C. Törnquisti* E. & W.

I »norra skrevan», där lagerserien är bäst tillgänglig, iakttogs ovanpå staurocephaluszonen:

1. grå, flintartad, hård kalksten, ur vilken jag ej lyckats få fossil, samt
2. sandig, kalkhaltig skiffer, tjockklugen och mycket fossilrik. Den är till färgen gråvit samt i övre delen något mörkare och blir vid vittring gulbrun.
3. Rätklugen lerskiffer, på 2—3 m. höjd inneslutande ett 5—10 cm. tjockt skikt av grå, hård, fossilfri kalksten. Lerskiffern blir högre upp liksom på Alleberg rik på graptoliter (»övre graptolitskiffer»).

Lag 1. och 2. utgöra tillsammans 1,5—2 m. Fossilerna bestå av

*Ptychophyllum Linnarssoni* LINDSTR.

Krinoidstjälkled

*Lingula* sp. Möjligen samma art som *Lingula* sp. I i Skånes dalmanitesskiffer (TROEDSSON l. c. 1918 Pl. I, f. 1—2).

*Discina concentrica* WAHLENB.

*Orthis* spp.

*Platystrophia biforata* v. SCHLOTH.

*Plectambonites comitans* BARR. (?) (Se anmärkningen till denna art s. 7)

*P. sericeus* Sow.

*Atrypa imbricata* Sow. (?)

*Meristella crassa* Sow. jämte andra brakiopoder

*Lepidocoleus suecicus* MBG. Enstaka fjäll.

*Primitiella tenera* LNRSN. Högst sällsynt.

*Dalmanites mucronatus* BRONGN. Allmän.

*Calymene tuberculata* BRÜNN.

*Homalonotus platynotus* DALM.

*Lichas laciniatus* WAHLENB.

*Acidaspis centrina* DALM.

*Harpes* sp. Fragment.

*Proetus brevifrons* ANG.

Enligt BEYRICH<sup>1</sup> skall här vidare ha träffats *Acidaspis cornuta* BEYR.

### Skogastorp.

Ovanför Skogastorp på Högstena- eller Plantabergets norra sida träffas i den av LINNARSSON beskrivna naturliga skärningen

- 1 a. (underst) spräcklig skiffer, tillhörande staurocephaluszonen, 0,35 m.
- 1 b. tunt skikt av svart skiffer med *Trinucleus* sp., samma zon, 0,08 m.
2. ljusgrå, sandig, tjockskivig, kalkhaltig skiffer, c:a 0,5 m., med

<sup>1</sup> Untersuchungen über Trilobiten. s. 22. Berlin 1846. Denna art har sedermera aldrig återfunnits. BEYRICH identifierar den, oriktigt, med *A. mira* BARR. från et. E2 i Böhmen.



Krinoidstjälkar

*Orthis* sp.

*Plectambonites comitans*

*Atrypa imbricata* Sow. (?)

*Orthoceras* sp.

*Lepidocoleus suecicus* MBG

*Illaenus* sp., pygidium

*Dalmanites mucronatus*

*Proetus brevifrons*.

3. Acidaspiszonen. Ofullständigt blottad, varför mäktigheten ej kan uppgivas. Enligt LINNARSSON (l. c. 1869, s. 49) har den »en betydligt större mäktighet än de föregående». Det är en kalkfri, jämförelsevis tjockklugen lerskiffer, till färgen mörkgrå, egentligen svart med tätt liggande »gröngula punkter» av knappt en mm. genomskärning. De härifrån kända fossilen äro

*Climacograptus scalaris* HIS. — i WALLERIUS' samlingar. Exemplaren, som äro pressade, överensstämma närmast med huvudarten.

*Plectambonites comitans* BARR. (?), möjligen identisk med *Leptaena* sp., som LINNARSSON uppger härifrån. (Se anmärkningen till samma art s. 7)

*Meristella* sp. Troligen samma art som på Älleberg.

*Orthoceras* sp.

*Dalmanites mucronatus* BRONGN.

*Calymene* cfr *tuberculata* BRÜNN.

*Acidaspis centrina* DALM.

*Encrinurus* sp.

### Stommen.

Fyndorten består liksom de båda sistnämnda av en skreva i berget. Den är belägen på Varvberget ovanför Kungslena-Stommen, 1,5 km. SO om Kungslena kyrka. Lagerserien är följande (underifrån):

1. Staurocephaluszonen.

2 a. Ljusgrå, sandig, tjockskivig skiffer med inlagringar av tät, hård, grå kalk. Denna avdelning är fossilrik och synnerligen mäktig, 3,5 m. Här ha träffats

*Ptychophyllum Linnarssoni* LINDSTR.

Krinoidstjälkled

Bryozo, grenig (*Retepora ramosa* HIS.)

*Orthis* sp.

*Platystrophia biforata* v. SCHLOTH.

*Atrypa crasscostis* DALM.

*Meristella crassa* Sow.

*Pterinea* sp.

*Tentaculites* cfr *annulatus* v. SCHLOTH.

*Dalmanites mucronatus* BRONGN.

*Homalonotus platynotus* DALM.

*Ceratiocaris* sp. (Se anm. till *C. Angelini* från Älleberg)

LINNARSSON anför även

*Leptaena rhomboidalis* WILCK.

*Pentamerus*

*Mytilidae*

*Calymene tuberculata* BRÜNN.

2 b. Hård, grå, delvis kristallinisk kalksten med krinoidstjälkar. 0,7 m. De översta 0,2 m. utgöras av en nästan svart bergart.

3. Mörk lerskiffer, i vilken LINNARSSON funnit *Calymene tuberculata* BRÜNN. och *Acidaspis centrina* DALM. (z. m. *Acidaspis centrina* och *Climacograptus scalaris*).

### Kinnekulle.

I Lunds geologiska museum finnas några stuffer, etiketterade »brachiopodskiffer?, Kullatorp, Kinnekulle». Bergarten är en grå eller grönaktig, tjockklugen, kalkhaltig skiffer, vari träffats

Krinoidstjälkled

Cystidé

Bryozo

*Orthis* sp.

*Atrypa crasscostis* DALM.

*Atrypa imbricata* (?)

*Dalmanites mucronatus* BRONGN, dels ett pygidium av »*Phacops pulchellus*», dels fragment av större exemplar.

Att dalmanitesskiffer här föreligger är alltså obestridligt. Från detta lager på Kinnekulle anför LINNARSSON även *Pentamerus*. — Då LINNARSSON från ett par lokaler i Västergötland omtalar *Pentamerus*, varav sedermera intet spår funnits, är det sannolikt, att han därmed avsett *Meristella crassa*, vilken ej anföres av honom.

ANGELIN har i DE, ävenledes på Kinnekulle, funnit *Holometopus aciculatus* ANG. och *H. ornatus* ANG.

För överskådlighetens skull bifogas här en stratigrafisk tabell, visande utbredningen av de hittills funna arterna jämte uppgift om vilka även äro träffade i Skåne.

Vid en första granskning av Västergötlands dalmanitesskiffer är faciesolikheten med Skånes likåldriga bildningar slående. Först och främst är bergarten, åtminstone i undre delen, mera sandig och kalkrik. Mäktigheten förefaller att vara betydligt mindre än i Skåne. Kraftiga kalkskal, som dock i regel bortvittrat, och frodig växt ha satt sin prägel på fossilen. Ganska allmänt förekomma krinoidrester, varav ej det minsta spår anträffats i Skånes dalmanitesled. Samma är förhållandet med koraller, vilka på Ålleberg bilda en mer än metertjock kalkbank. Men det mest i ögonen fallande draget beträffande faunan är den rent dominerande ställning brachiopoderna intaga i Västergötland. I Skånes dalmanitesskiffer finnes visserligen ett ej ringa antal arter, men om något massuppträdande som i Västergötland kan ej vara tal. Å andra sidan är den ofantliga ostrakodfrekvensen enastående för dessa bildningar i Skåne. De tvenne arter, *Primitiella tenera* och *Primitia conica*, som jag kunnat anföra från Ålleberg och Bestorp, äro funna i sammanlagt högst fem säkra exemplar. — Musslorna äro i vissa delar av Skånes dalmanitesled ganska allmänna och utgöras delvis av samma familjer som i Västergötlands; i överensstämmelse med den allmänna regeln, att de i det förra förekommande fossilen äro små, i det senare stora, vi ha i Västergötland den ovannämnda *Pterinea* sp., av vilken ett ex. mäter 74 mm. i största dimensionen, medan motsvarande mått för

| Mc = <i>Meristella crassa</i> -zonen<br>Ac = <i>Acidaspis</i> -zonen | Ålle-<br>berg |    | Bestorp | Skogas-<br>torp |    | Stom-<br>men |    | Kinnekulle | Skåne             |                  |                  |
|--|---------------|----|---------|-----------------|----|--------------|----|------------|-------------------|------------------|------------------|
|  | Mc            | Ac |         | Mc              | Ac | Mc           | Ac |            | Staur-<br>skiffer | Dalm-<br>skiffer | Dalm-<br>skiffer |
| <i>Ptychophyllum Linnarssoni</i> LINDSTR. ....                       | +             |    | +       |                 |    | +            |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Propora conferta</i> EDW. & HAIME .....                           | +             |    |         |                 |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Climacograptus scalaris</i> HIS. (var. <i>normalis</i> LAPW.?)    |               | +  |         |                 | +  |              |    |            |                   |                  | +                |
| Krinoidstjälkled .....   | +             |    | +       | +               |    | +            |    | +          |                   |                  |                  |
| Cystidé .....  | +             |    |         |                 |    |              |    | +          |                   |                  |                  |
| Bryozoa .....  | +             |    |         |                 |    | +            |    | +          |                   |                  | ?                |
| <i>Lingula</i> sp. ....  |               |    | +       |                 |    |              |    |            |                   |                  | +                |
| <i>Discina concentrica</i> WAHLENB. ....                             | +             |    | +       |                 |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Orthis</i> spp. ....  | +             |    | +       | +               |    | +            |    | +          |                   |                  |                  |
| <i>Platystrophia biforata</i> v. SCHLOTH. ....                       | +             |    | +       |                 |    | +            |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Schuchertella pecten</i> DALM. ....                               | +             |    |         |                 |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Leptaena rhomboidalis</i> WILCK. ....                             | +             |    |         |                 |    | +            |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Plectambonites comitans</i> BARR. (?) ..                          | +             |    | +       | +               | +  |              |    |            | +                 | +                |                  |
| <i>P. sericeus</i> SOW. ....   |               |    | +       |                 |    |              |    |            | +                 | +                |                  |
| <i>Atrypa crassicostis</i> DALM. ....                                |               |    |         |                 |    | +            |    | +          |                   |                  |                  |
| <i>A. reticularis</i> L. (?) .....                                   | +             |    |         |                 |    | +            |    |            |                   |                  |                  |
| <i>A. imbricata</i> SOW. (?) .....                                   | +             |    | +       | +               |    |              |    | +          |                   |                  |                  |
| <i>Meristella crassa</i> SOW. ....                                   | +             |    | +       |                 |    | +            |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Meristella</i> sp. ....   |               | +  |         |                 | +  |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Pentamerus</i> .....  |               |    |         |                 |    | +            |    | +          |                   |                  |                  |
| <i>Pterinea</i> sp. ....   | +             |    |         |                 |    | +            |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Tentaculites</i> cfr <i>annulatus</i> v. SCHLOTH. ....            | ?             |    |         |                 |    | +            |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Hyalolithus</i> sp. ....  | +             |    |         |                 |    |              |    |            | +                 | +                |                  |
| <i>Orthoceras</i> sp. ....   | +             | +  |         | +               | +  |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Lepidocoleus suecicus</i> MBG. ....                               |               |    | +       | +               |    |              |    |            | +                 | +                |                  |
| <i>Primitiella tenera</i> LNRSN .....                                |               | +  | +       |                 |    |              |    |            | +                 | +                |                  |
| <i>Primitia conica</i> TROEDS. ....                                  | +             |    |         |                 |    |              |    |            |                   |                  | +                |
| <i>Illæenus</i> sp. ....   | +             |    |         | +               |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Remopleurides radians</i> BARR. ....                              | +             |    |         |                 |    |              |    |            | +                 |                  |                  |
| <i>Dalmanites mucronatus</i> BRONGN. ....                            | +             |    | +       | +               | +  | +            |    | +          | +                 | +                |                  |
| <i>Calymene tuberculata</i> BRÜNN. ....                              | +             | +  | +       |                 | +  | +            | +  |            |                   |                  |                  |
| <i>Homalonotus platynotus</i> DALM. ....                             | +             |    | +       |                 |    | +            |    |            |                   |                  | +                |
| <i>Lichas laciniatus</i> WAHLENB. ....                               | +             |    | +       |                 |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Lichas polytomus</i> ANG. ....                                    | +             |    |         |                 |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Acidaspis centrina</i> DALM. <sup>1</sup> .....                   | +             | +  | +       |                 | +  |              | +  |            | +                 | +                |                  |
| <i>A. cornuta</i> BEYR. ....   |               |    | +       |                 |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Encrinurus</i> sp. ....   |               |    |         |                 | +  |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Harpes</i> sp. ....   |               |    | +       |                 |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Proetus brevifrons</i> ANG. <sup>2</sup> .....                    | +             |    | +       |                 |    |              |    |            | (+)               |                  |                  |
| <i>Proetus</i> sp. ....  |               | +  |         |                 |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Ceratiocaris Angelini</i> JONES & WOODWARD .....                  | +             |    |         |                 |    |              |    |            |                   |                  |                  |
| <i>Ceratiocaris</i> sp. ....   |               |    |         |                 |    | +            |    |            | +                 | +                |                  |
| <i>Holometopus aciculatus</i> ANG. ....                              |               |    |         |                 |    |              |    | +          |                   |                  |                  |
| <i>H. ornatus</i> ANG. ....  |               |    |         |                 |    |              |    | +          |                   |                  |                  |

<sup>1</sup> Den art jag år 1918 (l. c.) beskrivit under namn av *Acidaspis Olini* n. sp. har, sedan jag nu i staurocephalusskiffern i Skåne erhållit betydligt rikare material, befunnits vara ungdomsformen till en i nämnda skiffer rikligt förekommande art, vilken jag även funnit på flera ställen i Västergötlands dalmanitesskiffer och som jag därför identifierar med *Acidaspis centrina* DALM., hittills ytterst ringa känd, trots att den beskrevs för nära hundra år sedan (1828) och är den i litteraturen först omtalade acidaspisarten.

<sup>2</sup> En i Skånes staurocephaluszon förekommande proetusart är mycket närbesläktad om ej identisk med *Proetus brevifrons*.

Anm. De med mindre stil tryckta fossilen äro anförda från andra förf. (jfr lokalbeskrivningen).



skånska musslor, som för övrigt haft betydligt tunnare skal, sällan överskrider 20 mm. — Trilobiterna äro, såväl vad arter som individ beträffar — med undantag för *Dalmanites mucronatus* — betydligt allmännare i Västergötland.

Av de i tabellen uppräknade fossilen förekomma 12 arter, alltså mer än en fjärdedel, även i Skånes dalmanitesskiffer. Av särskilt intresse äro *Climacograptus scalaris* var. *normalis*, *Lepidocoleus suecicus*, *Primitia conica*, *Dalmanites mucronatus*, *Homalonotus platynotus* och *Acidaspis centrina*.

Ungefär två tredjedelar av de gemensamma fossilen förekomma även i Skånes staurocephalusskiffer. *Remopleurides radians* och *Proetus* cfr *brevifrons* ha i Skåne ej träffats högre än i denna avdelning. Däremot äro *Primitia conica* och *Homalonotus platynotus* helt inskränkta till dalmanitesskiffern i Skåne och *Meristella crassa* zonen i Västergötland.

Skånes dalmanitesskiffer omfattar subzonen med *Dalmanites eucentrus* ANG. och tvenne subzoner med *D. mucronatus*<sup>1</sup>. Då *Homalonotus platynotus* uppträder i dalmanitesskifferns yngsta subzon i Skåne men saknas i zonen med *Acidaspis centrina* och *Climacogr. scalaris* i Västergötland, är det troligt, att Skånes dalmanitesskiffer endast motsvarar zonen med *Homalonotus platynotus* i Västergötland. Den överliggande med ren graptolitfacies utbildade zonen med *Climacogr. scalaris* i Skåne skulle då åtminstone delvis motsvara dalmanitesskifferns övre avdelning i Västergötland och således böra inräknas i dalmanitesledet. Jämför schemat s. 5.

Då zonen med *Monograptus revolutus* KURCK är den äldsta (TÖRNQUIST l. c. 1899), som blivit konstaterad i Västergötlands övre graptolitskiffer, är troligen den underliggande, nästan fossilfria skiffern, som i allmänhet saknar bestämd gräns emot acidaspis zonen, ekvivalent med zonen med *Diplograptus vesiculosus* NICH. och z. m. *D. acuminatus* NICH. Huruvida även acidaspis zonen är att räkna som motsvarighet till den understa rastritesskiffern eller den skall representera den skånska zonen med *Climacogr. scalaris* (jfr ovan) eller motsvara en ännu lägre horisont, därom kunna dess hittills kända fossil, vilka alla ha en jämförelsevis stor vertikal utbredning, ej ge besked, oaktat vi på grund av faunans klara anslutning till liggandet utan tvekan tills vidare kunna räkna densamma till ordovicium och låta gotlandium för Västergötlands vidkommande börja med övre graptolitskiffern.

---

Den jämförelse, som i mitt ovan citerade arbete kunde åvägabringas med England, rörde huvudsakligen de med Skånes yngsta ordovicium och äldsta gotlandium väl överensstämmande bildningarna i Lake District. På grund av överensstämmelsen emellan hängandet resp. liggandet i båda områdena måste Skånes dalmanitesskiffer parallelliseras med Ashgill Shales i Norra England. Tyvärr är faunan i denna bildning, liksom i ekvivalenta lager i Storbrittanien i allmänhet, ännu otill-

<sup>1</sup> TROEDSSON, G., Skånes dalmanitesskiffer, en strandbildning. Geol. För. Förh. Bd 42. Stockholm 1920.

räckligt känd, varför någon direkt samhörighet i detta fall ej är påvisbar, trots den ibland frapperande petrografiska likheten.

I Conway District i N. Wales utgöras »Deganwy Mudstones»<sup>1</sup> av blågrå skiffrar och kalkhaltiga »mudstones» samt tillhöra z. m. *Dalmanites mucronatus* och *Dicellograptus anceps* NICH. *Dalmanites mucronatus* förekommer här än sparsamt, än ytterligt rikt, och i samma lagerserie har träffats bl. a. *Orthoceras*- och *Orthis*-arter, *Tentaculites* etc., men den i stratigrafiskt hänseende intressantaste arten är *Orthograptus truncatus* var. *abbreviatus* E. & W., som är ett mycket karakteristiskt fossil i zonen med *Dicellograptus anceps* i Skottland (Moffatserien). — I S. Wales äro de med Deganwy Mudstones överensstämmande Redhill Beds<sup>2</sup> närmast ekvivalenta med vår dalmanitesskiffer.

I såväl Lake District och Skottland som Skåne inledes gotlandium med z. m. *Diplograptus acuminatus*. Ashgill Shales inom förstnämnda område måste alltså vara ekvivalenta med Sveriges dalmanitesled. Inom Ashgillian därstädes särskiljer MARR<sup>3</sup> 3 avdelningar, av vilka den mellersta är Staurocephalus Beds och den översta Ashgill Shales. W. om Coniston Lake innehålla staurocephaluslagren i sin understa fossilförande del, White Limestone, bl. a. *Primitia strangulata* M'COY, *Agnostus trinodus* SALT., *Remopleurides*-, *Iliaenus*- och *Chirurus*-arter; i sin översta, de av grågröna kalklager bestående *Mucronatus* Beds, utom *Dalm. mucronatus*, vilken här uppträder för första gången, även *Primitia strangulata*, *Agnostus trinodus*, *Remopleurides* sp. m. fl. *Mucronatus* Beds äro nämligen ett nyare namn på Staurocephalus Limestone. Liksom i vår staurocephalusskiffer visar sig här för första gången även *Calymene tuberculata*. I Ashgill Shales, alltså närmast ovanpå följande lager, är faunan, som nämnts, mindre utslagsgivande. Utom *Dalm. mucronatus* förekommer här bl. a. *Platystrophia bifurcata* var. *fissicostata* M'COY. I det nära liggande Cautley District har i Ashgill Shales utom *Dalmanites mucronatus* även träffats *Meristella crassa* Sow. (?), ett fossil, som i Storbritannien f. ö. endast anföres från närmast yngre lager men som i Norge karakteriserar etage 5b och i Dalarna de yngre reven<sup>4</sup>.

Av ovanstående framgår, att i Moffat Series (Skottland) med ren graptolit-facies z. m. *Dicellograptus anceps* bör vara ekvivalent med dalmanitesskiffern. Denna zon underlagras av »Barren Mudstones» och har därför ej kommit att få en omfattning, som svarar emot ledfossilets vertikala utbredning, vilken först i senare tid blivit känd i England. MARR anför nämligen *Dicellogr. anceps* från liggandet till Staurocephalus Beds i Cautley District<sup>5</sup>, men redan innan fann TÖRNQVIST samma fossil i den svarta trinucleusskiffern i Dalarna.

<sup>1</sup> ELLES, G. L., The relation of the Ordovician and Silurian Rocks of Conway, North Wales. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. LXV. 1909.

<sup>2</sup> MARR & ROBERTS, Quart. Journ. Geol. Soc. 1885.

<sup>3</sup> Quart. Journ. 1915.

<sup>4</sup> ISBERG, Leptaenakalkens stratigrafi, Geol. För. Förh. Sthlm 1917.

<sup>5</sup> Quart. Journ. 1913.



I en undersökning av de baltiska provinsernas paleozoiska bryzoer har BASSLER<sup>1</sup> parallelliserat Östersjöprovinsernas silurlager med de i Nordamerika, huvudsakligen med ledning av denna djurgrupp och korallfaunan. Han jämför därvid undre lyckholmsskikten med Mohawkian men placerar övre lyckholmsskikten samt borkholmsskikten i gotlandium vid sidan av Richmondian. Genom undersökningar av FR. SCHMIDT, WIMAN, KIAER m. fl. har ådagalagts, att de nämnda etagerorna i Estland äro ekvivalenta med leptenakalken och med resp. trinucleus- och dalmanitesleden hos oss samt med etage 5 i Norge. BASSLERS schema, tillämpat på vår silur, skulle betyda, att gränsen emellan ordovicium och gotlandium ligger under stauropcephalusskiffern. Detta står i strid med den gängse uppfattningen hos oss och har för övrigt icke vunnit anslutning i Amerika. Visserligen är ULRICH i sitt nedan citerade arbete av samma uppfattning, men i de nyligen utkomna redogörelserna för en år 1914 företagen silurstratigrafisk expedition till Östersjöprovinserna och Skandinavien ansluta sig RAYMOND och TWENHOFEL<sup>2</sup> till en åsikt, som stämmer mera med vår, i det dalmanitesledet liksom borkholmsskikten räknas som översta delen av ordovicium.

Fastställandet av nämnda gräns är emellertid en fråga av sekundär natur. Av större intresse är däremot att söka parallellisera de olika etagerorna. Det är ju givet, att sådant är synnerligen vanskligt, då såsom här de båda områdena äro vitt avlägsna och faunan därtill mera sällan visar tydlig överensstämmelse. Men även vid faunistisk likhet måste försiktighet iakttagas vid parallelliseringar, då det är bekant, att samma eller mycket närbesläktade djurformer kunna uppträda successivt inom olika områden. Emellertid äger knappast någon geologisk period en djurklass, som i så eminent grad uppfyller fordringarna på ett ledfossil, som ordovicium och gotlandium ha i graptoliterna. Utbredningsförmågan hos denna sin fylogenetiska utveckling hastigt genomlöpande grupp var, geologiskt talat, momentan; och även om, enligt amerikansk kritik, graptolitzonerna motsvara avsevärt längre tidrymder, än deras ringa mäktighet eventuellt anger, så har dock hittills icke någon omkastning av graptolitzoner vid jämförelser mellan olika gebit kunnat påvisas. Deras stratigrafiska betydelse är alltså ännu orubbad.

Men trots graptolitarternas världsvida och snabba utbredning ha de på grund av faciesväxlingen endast i ett fåtal områden spelat en mera framträdande roll i djurlivet. Graptoliternas underordnade ställning i Nordamerikas sällsynt rika kambrosiluriska fauna har också där givit dem en i hög grad undanskynd plats såsom ledfossil.

I regel är det naturligtvis ej riktigt att såsom gränsmärke emellan tvenne geologiska system välja ett fylogenetiskt »trappsteg» inom en enda djurgrupp. Men

<sup>1</sup> R. S. BASSLER, The early Paleozoic Bryozoa of the Baltic Provinces. U. S. Nat. Mus. Bull. 77. Washington 1911.

<sup>2</sup> Expedition to the Baltic Provinces of Russia and Scandinavia, 1914.

Part 1. RAYMOND, P. E., The Correlation of the Ordovician Strata of the Baltic Basin with those of Eastern North America.

Part 2. TWENHOFEL, W. H., The Silurian and High Ordovician Strata of Esthonia, Russia, and their Faunas.

Bull. of the Mus. of Comp. Zool. at Harvard College, Vol. LVI. 1916. Cambridge, Mass.



om vi enligt engelsk kutym låta gotlandium börja med uppträdandet av de närmaste förelöparna till *Monograptidae*, d. v. s. *Diplograptus acuminatus* och *Dimorphograptidae*, så avse vi väl därmed endast att fastställa en över vida områden lätt igenkännlig fix tidpunkt, ett årtal, bildlikt sett, emellan tvenne i övrigt väl karakteriserade skeden.

Med denna graptoliternas kronologiska betydelse för ögonen bör man, där möjlighet gives, obetingat utnyttja dem som ledfossil.

Redan tidigt men särskilt under detta århundrade ha åtskilliga graptolitfynd av stort intresse gjorts i Amerika.

En av de tydligaste och även tidigast uppdagade överensstämmelserna med Europa är den gemensamma förekomsten av *Pleurograptus linearis* CARR., *Diplograptus quadrimucronatus* HALL m. fl. graptoliter, som karakterisera översta delen av Lower Hartfell eller Caradocian i England och av chasmopsledet i vårt land. Den skiffer, vari dessa graptoliter äro inlagrade i Amerika, har sedan gammalt räknats till Utica slate d. v. s. understa delen av Cincinnati. RUEDEMANN har emellertid för några år sedan<sup>1</sup> visat, att den tillhör en betydligt lägre horisont, nämligen undre och möjligen även mellersta delen av Trenton.

*Diplograptus quadrimucronatus* har vidare träffats i skiffer och kalkstenslag i Big Fork chert i Ouachita Mountains, Arkansas. Oklahoma-Arkansasområdet är av allra största intresse för jämförelser med Europa. Big Fork chert överlagras av Polk Creek shale, varest bl. a. *Dicellograptus complanatus* LAPW. träffats i såväl undre som övre delen; i övre delen förekommer dessutom *Dicellograptus complanatus* var. *ornatus*, en form som i Skottland är inskränkt till z. m. *Dicellograptus anceps*. Om denna varietet här har samma stratigrafiska läge som i England, måste Polk Creek shale vara ekvivalent med Upper Hartfell därstädes. Av Upper Hartfells båda zoner är ju den undre, z. m. *Dicellogr. complanatus*, inlagrad i trinucleus-skiffern vid Röstånga i Skåne, medan den övre, z. m. *Dicellogr. anceps* är ekvivalent med dalmanitesskiffern. — Polk Creek shale överlagras diskordant av Blaylock sandstone, i vilken träffats bl. a. *Dimorphograptus decussatus* E. & W., *Monograptus gregarius* LAPW., *M. argutus* LAPW. och *M. distans* PORTL.<sup>2</sup>, vilka alla uppträda i Lower Birkhill i England, de tre förstnämnda därtill i lager, som motsvara de undre zonerna i vår rastritesskiffer, där ju även *M. gregarius* är ett viktigt ledfossil. Nu parallelliserar ULRICH Polk Creek shale med Eden. Om detta vore riktigt, skulle alltså även dalmanitesskiffern vara ekvivalent med Eden och den mäktiga lagerserien emellan Eden och Albion, vilken uppskattats till mer än 200 m., helt sakna motsvarighet hos oss. Emellertid anför RUEDEMANN ännu ett anmärkningsvärt graptolitfynd. I en mörkbrun kalksten (Sylvan shale), vilande på lager, tillhörande Richmond i Arbuckle Mountains, Oklahoma<sup>3</sup>, har ULRICH träffat *Dicellograptus*

<sup>1</sup> R. RUEDEMANN, The lower Siluric shales of the Mohawk Valley. N. Y. State Museum. Mus. Bull. 162. Albany N. Y. 1912.

<sup>2</sup> E. O. ULRICH, The Ordovician-Silurian boundary. Congr. Géol. Int. Compte Rendu de la XII:e session, Canada, 1913. Ottawa 1914.

<sup>3</sup> R. RUEDEMANN, Graptolites of New York. Part 2. Graptolites of the higher beds. N. Y. State Museum. Mem. 11. Albany 1908.

| Allmänt schema<br>N. Amerika |              |  | Arkansas  | England (Moffat)  | Sverige (Skåne)  |
|------------------------------|--------------|--|---|---|--|
| Gotlandium<br>(Silurian)     | -----        |  | Blaylock sandstone<br>450 m. <sup>2</sup><br>Diskordans   | -----   | -----  |
|                              | Medinan      | Albion                                 |   | Lower Birkhill<br>Tills. med U. Birkh. 23 m. <sup>3</sup>                               | Rastritesskiffer<br>40 (?) m. <sup>4</sup>                   |
| Ordovicium                   | Cincinnatian | Richmondian<br>c:a 120 m. <sup>1</sup> | Polk Creek shale<br>120 m. <sup>2</sup>                   | Z. of <i>Dicellogr. anceps</i><br>Z. of <i>D. complanatus</i><br>s:a 18 m. <sup>3</sup> | Dalmanitesledet<br>c:a 10 m.<br>Trinucleusledet<br>c:a 20 m. |
|                              |              | Maysville<br>120 m. <sup>1</sup>       | Diskordans icke iakttagen.<br>(Discordance not observed). |   |  |
|                              |              | Eden 600 m. <sup>1</sup>               |   |   |  |
|                              | Mohawkian    | Trenton                                | Big Fork chert<br>210 m. <sup>2</sup>                     | Z. of <i>Pl. linearis</i>   | Z. m. <i>Pleurograptus linearis</i>                          |
|                              |              | Black River                            |   |   |  |
|                              | -----        |  | -----   | -----   | -----  |

<sup>1</sup> BASSLER l. c. 1911. <sup>2</sup> ULRICH l. c. 1914. <sup>3</sup> Handbuch der regionalen Geologie. Bd III: 1 The British Isles. <sup>4</sup> Enligt TULLBERG (Ueber die Schichtenfolge des Silurs in Schonen etc. Abdr. a. d. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Jahrg. 1883) 120 m. mäktig, vilket mått med all sannolikhet är 2 à 3 ggr för högt.

*complanatus* tillsammans med *Diplograptus crassitestis* RUEDEMANN, *Climacograptus ulrichi* RUED.(?) och *Cl. mississippiensis* RUED., således rent ordoviciska former. Av dessa torde den sistnämnda enligt RUEDEMANN utgöra en vikarierande form av *Cl. latus* ELLES & Wood i Englands z. m. *Dicellograptus anceps*; *Dipl. crassitestis* och *Cl. ulrichi* äro med mycket närstående former representerade även i Polk Creek-faunan <sup>1</sup>.

Ifall ovannämnda graptoliter blivit riktigt bestämda, och detta ha vi ingen anledning att betvivla, måste Polk Creek shale vara ekvivalent med Richmondian. Därav följer, att också Upper Hartfell i England samt trinucleus- och dalmanitesleden hos oss äro ekvivalenta med Richmondian. Till sistnämnda resultat kommer ävenledes TWENHOFEL (l. c.) på helt andra grunder. Enligt denne stämmer faunan i borkholmsskikten bäst överens med yngsta ordoviciska avdelningen i Anticosti section, alltså Ellis Bay; liggandet till denna avdelning, Charleton, anses ekvivalent med Richmond beds i det inre av Nordamerika, medan Ellis Bay saknar motsvarighet därstädes. Det ännu äldre English Head i Anticosti section är yngre än Wesenberg men äldre än Lyckholm samt äger följaktligen ingen motsvarighet i Estland. Denna stratigrafiska lucka är i RAYMONDS och TWENHOFELS schema markerad även för Skandinavien och har sin plats mellan trinucleus- och chasmopsleden. I här givna schema motsvarar den Maysville och Eden. Den har emellertid icke direkt kunnat påvisas.

<sup>1</sup> ULRICH l. c. 1914.

## Summary.

Contribution to the knowledge of the uppermost Ordovician of Västergötland, together with an attempt at comparing the Ordovician-Silurian boundary-layers of Sweden with those of North America.

1. In the first part there is given a stratigraphical and paleontological review of the Dalmanites beds — i. e. the late Brachiopod schists — of Västergötland. Their stratigraphical position and classification appear from the table on p. 5. Since the fauna of the zone of *Staurocephalus clavifrons* is little known, we cannot yet state whether this zone will belong to its overlying strata — the Dalmanites beds — or to its underlying strata — the Trinucleus beds. The former are immediately overlaid by the Silurian (Upper Graptolite shales of Västergötland) and are only a few metres thick. Their rock varies extremely, being now a dark well-stratified shale, now a compact coral limestone or — most typically — a light thick-leaved arenaceous shale. The latter is more or less plentifully mixed with quartz sand and at some places it shows discordant stratification, so that it must have been deposited in shallow water. The fauna was studied mainly for purposes of comparison with the Dalmanites beds of Skåne. The fossil list, shown on p. 12, is complete only as regards this comparison, but is in other respects very fragmentary. Of the known 46 species of the Dalmanites beds of Skåne, only 11 (12) are met with in the same strata of Västergötland, but 8 of them are found also in the *Staurocephalus* beds in the two provinces. The endemic feature of the Dalmanites fauna of Skåne is striking.

2. The Dalmanites beds of Sweden are equivalent to the zone of *Dicellograptus anceps* (Upper Hartfell) and its equivalents in England and Scotland. Further they are contemporaneous with etage 5 b of Norway and the Borkholm beds of Esthonia. Since Twenhofel has stated that the fauna of the latter is very similar to that of the Richmondian part of the Anticosti Section, it is evident that the Dalmanites shale of Sweden must also be equivalent to the Richmondian of North America.

The Upper Hartfell beds are generally looked upon as the latest beds of Ordovician, because the overlying strata contain the earliest Monograptidæ. The latest Ordovician graptolite fauna of Europe is also met with in Sylvan shale (Arbuckle Mountains, Oklahoma) of the Richmond age and in Polk Creek shale (Oachita Mountains, Arkansas). Therefore, in opposition to ULRICH, we must include the last-named in Richmondian, but, on account of the graptolite fauna, we must place Richmondian at the top of Ordovician.





# SPEZIELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ERNÄHRUNGSBIOLOGIE DES TIERISCHEN LIMNOPLANKTONS

---

## I

ÜBER DIE TECHNIK DES NAHRUNGSERWERBS BEI DEN CLADOCEREN  
UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE BIOLOGIE DER GEWÄSSERTYPEN

VON

EINAR NAUMANN

---

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 10. März 1920 vorgelegt.

LUND 1921  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

## Einleitung.

In einer früheren Abhandlung habe ich (1918) versucht, eine allgemeine Orientierung über die Nahrungsquellen des tierischen Limnoplanktons zu geben. Der Inhalt dieser Arbeit kann folgenderweise kurz zusammengefasst werden:

1. Die dort gegebene Übersicht über die Nahrungsquellen des tierischen Limnoplanktons wurde in erster Linie auf neue Untersuchungen über die natürliche Nahrung derartiger limnischen *Cladoceren*, welche nicht an eine räuberische Lebensweise angepasst sind, begründet. Das Berechtigte in der Wahl eines derartigen Ausgangspunkts ergab sich aus folgenden von mir damals zuerst nachgewiesenen Tatsachen:

a) Die betreffenden *Cladoceren* können in Bezug auf ihren Nahrungserwerb als aktive Filtratoren bezeichnet werden.

b) Die Filtration funktioniert in einer ganz wahllosen Weise. Es ist somit eben das Gesamtseston des Wassers, das von diesen *Cladoceren* abfiltriert wird. Es gelangt somit dann auch direkt in erbeutetem Zustand in den Darmkanal, ohne jegliches vorhergehendes Sortiren.

c) Da nun diese *Cladoceren* keine nennenswerte Kautätigkeit ausüben, so ergibt sich hieraus die Möglichkeit, eben aus dem Darminhalt derselben die Qualität des Gesamtsestons des Wassers zu rekonstruieren. Sogar die kleinsten der Algen s. str. können in dieser Weise erbeutet werden. Nur sehr zarte Flagelaten ebenso wie Bakterien erleiden im Darminhalt den Kollaps. Die erstgenannten Formen können indessen dort aus den Kollapsresten nachgewiesen werden. Intakt ist weiter alles in dem *Filtrat ante os* nachweisbar. Das letztgenannte stimmt also in seiner Physiognomie mit einem Zentrifugrest des Wohnwassers qualitativ genau überein.

2. Analysiert man in dieser Weise das gegenseitige Verhältnis der verschiedenen Nährquellen, so ergibt es sich, dass eben der staubfeine Detritus eine ganz beträchtliche Bedeutung in der Ernährungsbiologie des Zooplanktons erreicht. Dieser Detritus ist indessen von einer sehr heterogenen Natur und kann deshalb in folgender Weise weiter gruppiert werden:



### 1. Der autochthone Detritus.

Im Wasser selbst produziert, sei es durch das Plankton und zwar entweder durch Kollabieren desselben oder auch durch Ausflockung von Assimilaten (planktoner Detritus), von litoralen Gesellschaften (litorigener Detritus) oder einfach von dem Boden aufgewühlt (abyssigener Detritus). Der autochthone Detritus erreicht in dem eutrophen Gewässertypus sein Maximum.

### 2. Der allochthone Detritus.

Von den Umgebungen eingeschwemmt. Einen Spezialtypus dieses Detritus stellen derartige Humusstoffe dar, welche in den Humusgewässern des oligotrophen Typus ihr Maximum erreichen. Betreffs der Ökologie dieser ernährungsbiologisch charakterisierten Gewässertypen sei auf meine diesbezügliche Abhandlung l. c. 1919 hingewiesen.

3. Es ergibt sich nun, dass der staubfeine Detritus überhaupt eine sehr grosse Rolle in der Ernährungsbiologie des Planktons in den verschiedenen Gewässertypen spielt. Derselbe zeigt sehr oft eine Entfaltung, welche die des Planktons quantitativ weit übertrifft. Für Organismen wie die nicht kauenden Filtratoren muss der staubfeine Detritus selbstverständlich auch in qualitativer Hinsicht als Nährstoff eine dominierende Rolle erreichen.

4. Die somit erhaltene Übersicht über die Nahrungsquellen des tierischen Limnoplanktons ist selbstverständlich für die *Cladoceren* ohne weiteres sogar in Details als stichhaltig zu betrachten.

5. Im Verhältnis zu den übrigen Mitgliedern des Planktons muss aber die Bedeutung des staubfeinen Detritus bzw. des übrigen Sestons von der von denselben vertretenen Spezialtechnik des Nahrungserwerbs abhängig sein. Es muss künftigeren Untersuchungen vorbehalten bleiben, dies näher in Details klar zu legen. Klar war jedoch die Tatsache, dass wir schon hiermit wirklich zum ersten Mal eine orientierende Übersicht über die Nahrungsquellen der verschiedenen Gewässertypen erhalten hatten.

---

Von dieser ersten Orientierung über das Gebiet der Ernährungsphysiologie des tierischen Limnoplanktons ausgehend habe ich nun in verschiedenen Richtungen hier weiter gearbeitet. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden hier als eine besondere Publikationsreihe zusammengestellt. Den ersten Beitrag bildet hierzu die vorliegende Darstellung, wo ich eine nähere Spezialanalyse betreffs der Technik des Nahrungserwerbs der *Cladoceren* — worauf in meiner einführenden Darstellung über die Nahrungsquellen des Zooplanktons im allgemeinen nur recht beiläufig eingegangen werden konnte — versucht habe.

---

## I. Die extremen Typen des Nahrungserwerbs bei den Cladoceren. — Untersuchungstechnische Voraussetzungen.

Mit Rücksicht auf den grundlegenden Typus des Nahrungserwerbs können die *Cladoceren* des Limnoplanktons erstens in zwei Gruppen eingeteilt werden: diejenigen der aktiven Filtratoren und diejenigen der Räuber.

Als aktive Filtratoren bezeichne ich derartige Tiere, welche während ihrer Bewegung durch das Wasser ein Abfiltrieren des Sestons durchführen. Das prinzipielle ist hierbei für die *Cladoceren* in der Morphologie und Bewegungsmechanik der Extremitäten zu suchen. Die Bewegung derselben bedingt das Einpumpen des Wassers, der morphologische Aufbau die nähere Art der Filtration. Je nach der wechselnden Beschaffenheit desselben wird somit der Typus der aktiven Filtratoren weiter eingeteilt werden können.

Unter den limnischen Planktonformen ist der Räubertypus nur in *Leptodora*, *Polyphemus* und *Bythotrephes* vertreten. Wir werden auf den Nahrungserwerb dieser Formen in dem folgenden nicht näher eingehen sondern werden vielmehr unsere hauptsächliche Aufmerksamkeit auf das weit mehr komplizierte Problem des Typus der aktiven Filtratoren hinlenken. Ehe indessen etwas genauer auf die Morphologie des Extremitätbaues eingegangen werden kann, sind aber zuerst einige rein technische Bemerkungen vor auszuschicken.

Die untersuchungstechnischen Voraussetzungen diesbezüglicher Arbeiten können als ziemlich einfach bezeichnet werden. Es handelt sich ja nämlich hier darum, einerseits die speziellen Strömungsverhältnisse des eingepumpten Wasserstroms, anderseits die Leistungsfähigkeit des Filterwerks näher zu eruieren. Die wichtigsten Versuchsvoraussetzungen werden somit hierbei einerseits die Wahl von zweckmäßigen Strömungsindikatoren, anderseits die Wahl eines zweckmässig kombinierten Versuchss sestons sein.

Als Strömungsindikator habe ich stets eine Suspension von Karmin gebraucht. Die betreffenden Verhältnissen wurden dann teils in Aquarien unter

Anwendung von Lupen, teils in einer KOLKWITZ'schen Kammer unter Anwendung des Mikroskops näher studiert. Für die Spezialaufgabe, eine Beobachtung des Filterwerks von unten zu ermöglichen, wurde mit direkt auf den Objektträger unter ein gestütztes Deckglas gebrachtem Material gearbeitet.

Als Versuchsseson brauchte ich eine Reihe sowohl brauchbarer wie unbrauchbarer Nährkörper, welche einerseits an und für sich, anderseits in Kombination angeboten wurden. Eine Zusammensetzung des Versuchsmaterials ist in der beistehenden Tabelle (I) gegeben.

TABELLE I.

| Übersicht über das gebrauchte Versuchsseson.           |   |  |
|--|---|--|
| Sestontypus.   | Experimentelle Vorteile.                                      | Experimentelle Nachteile.  |
| I. Mehr oder minder brauchbare Nährkörper.             |   |  |
| 1. Bakterien.  | Gute Nahrung.   | { Im Darminhalt nicht geformt<br>nachweisbar und deshalb<br>kaum von einem »guten«<br>Detritus zu unterscheiden. |
| 2. Leicht kollabierende Algen: Chlamydomonas.          | Gute Nahrung.   |  |
| 3. Resistente Algen: Brachionococcus oder Scenedesmus. | Im Darminhalt geformt nachweisbar.                            |  |
| II. Unbrauchbare Nährkörper.                           |   |  |
| 1. »Kolloider« Schwefel.                               | Sehr distinkt.<br>Grosse Suspensionsfähigkeit.                | —  |
| 2. Tusche.<br>[Gewöhnliche, flüssige].                 | Sehr distinkt.<br>Homogenität der Grösse.                     | —  |
| 3. Karmin.   | Distinkt, absolut ungiftig. —<br>Grosse Suspensionsfähigkeit. | Heterogenität der Grösse.  |
| 4. Pulverisiertes Seenerz.                             | Sehr distinkt.  | » » »  |
| 5. Paraffinum liquidum.                                | Distinkt. Grosse Suspensionsfähigkeit.                        | » » »  |
| 6. Ultramarin.   | »   | » » »  |
| 7. Terra silicea.                                      | »   | » » »  |
| 8. Bleichromat.  | Sehr distinkt.  | Zu schwer.   |
| 9. Berlinerblau.                                       | » »   | » »  |

Es empfiehlt sich, das Versuchsseson vor allem entweder in gewöhnlichen Aquarien oder auch in besonderen Versuchsgläsern zu bieten. Besonders beim Arbeiten mit nach einander folgenden Sestonkombinationen empfiehlt es sich, das Versuchsmaterial in besonderen Gläsern aufzuheben, wo ein Wechsel des Milieus leicht erreicht werden kann. Für meinen Teil brauche ich hierbei mit Gries-Gaze



unten verschlossene Glasröhren von einigen cm. in Diam., die leicht von der einen in die andere Versuchsflüssigkeit übergeführt werden können.

Als Versuchsmaterial wurde stets frisch eingesammeltes Plankton gebraucht. Die betreffenden Proben wurden stets unter Anwendung von mit NAUMANN-Eimer ausgerüsteten Netzen einwandfrei genommen. Sie stammten teils aus den Teichen der teichwirtschaftlichen Versuchstation Aneboda, teils aus dem in der Nähe liegenden See Stråken. Die gesamte Arbeit wurde in meinem limnologischen Laboratorium bei Aneboda in den Sommermonaten 1918—1919 ausgeführt.

## II. Die prinzipielle Technik des Nahrungserwerbs bei den Cladoceren.

Wie schon einleitend bemerkt, ist die gesamte Technik des Nahrungserwerbs bei den *Cladoceren* in einer sehr durchgeführten Weise von der Extremitätenmorphologie der Tiere abhängig. Sehen wir dabei zuerst von den räuberischen Formen gänzlich ab, so tritt uns doch der Typus der aktiven Filtratoren in verschiedenen Varianten entgegen. Es dürfte sich deshalb zuerst empfehlen, die allgemeinen

Beispiel der prinzipiellen Bauart einer Extremität des filtrierenden Typus. Hier durch *Diaphanosoma brachyurum* representiert.

*a* = Der Stamm, Truncus.

*b* = Der Maxillarfortsatz, Processus maxillaris.

*ep* = Der Epipodit (= Branchialanhang).

*en* = Der Endopodit.

*ex* = Der Exopodit, welche in einem oberen (*oex*) und einem unteren Teil (*ex*) gegliedert werden kann.

Die »Filterkämme« des Filterwerks werden von den borstbesetzten Endopoditen gebildet.

Vergr. 175 mal.

[Nach A. Behning.]

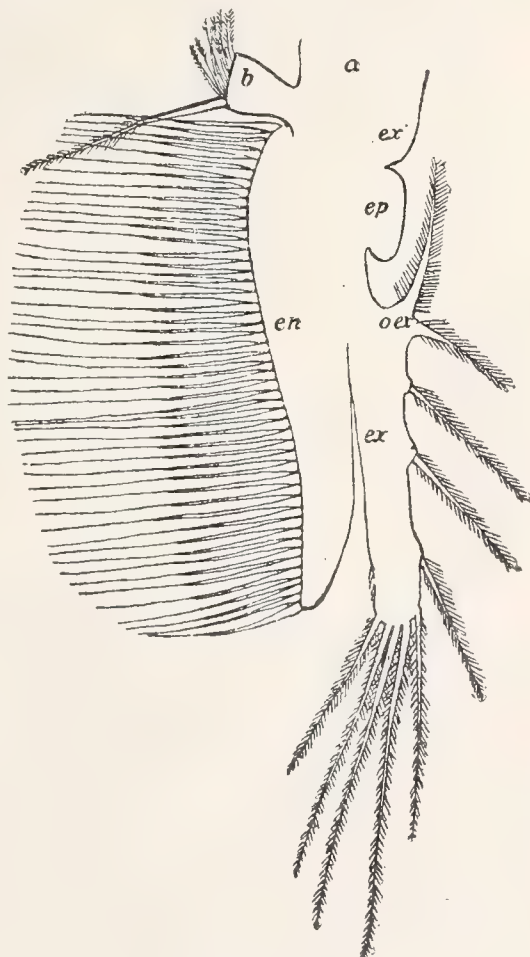


Fig. 1.

Voraussetzungen desselben, wie er z. B. bei den *Sididen* in einer homogenen und sonst sehr wenig komplizierten Form realisiert ist, in einer mehr schematischen Weise klarzulegen.

Als ein ursprünglicher Typus der *Cladoceren*-Extremität dürfte deshalb z. B. die Extremität von *Diaphanosoma* und ihr nahestehenden Formen gelten können. Die vorstehende Abbildung 1 gibt davon ein übersichtliches Bild.

Die für unsere Auffassung über die Technik des Nahrungserwerbs grundlegende Frage über die Funktionsweise einer derartigen Extremität erklärt sich nun auch sehr einfach an der Hand beigelegter Abbildungen.

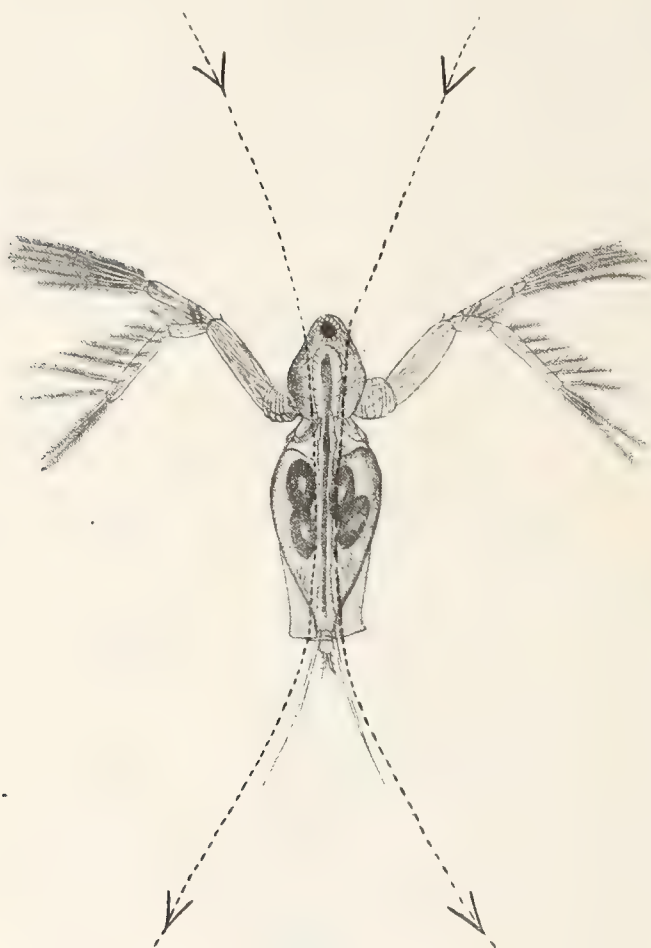


Fig. 2. Grundrichtung des Filterstroms bei *Diaphanosoma*<sup>1</sup>. Ansicht von oben.

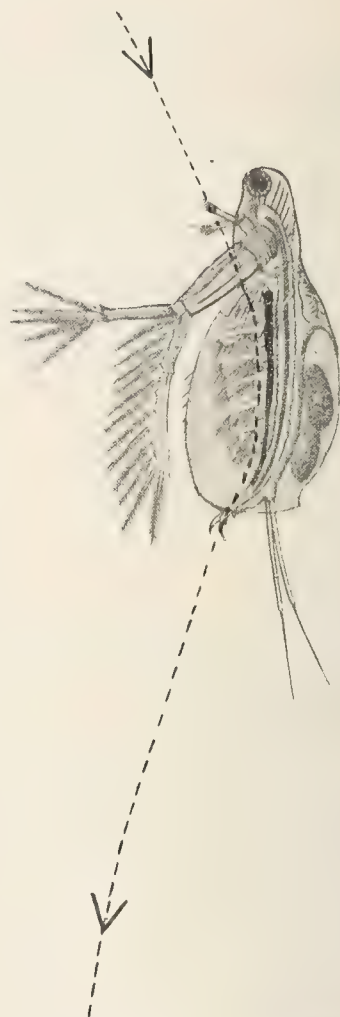


Fig. 3. Grundrichtung des Filterstroms bei *Diaphanosoma*. Ansicht von der Seite. Die Filterrinne schwarz markiert.

Der Bewegungsrhythmus der Extremität folgt sehr schnell. Er gliedert sich in einen sehr energischen Schlag nach hinten, der unmittelbar durch einen etwas minder rapiden Schlag nach vorn abgelöst wird. Die Frequenz der Schläge steigt bei lebhaften Formen bis auf c:a 300 pro Minute.

<sup>1</sup> Die Vorlage der Fig. 2, 3, 7 stammen aus der Monographie LILJEBORGS, die der Fig. 4, 8 aus der Monographie LEYDIGS und die der Fig. 12 aus STEUER'S Planktonkunde. Wenn sonst nichts anders bemerkt, sind die Abbildungen hier original.

Der erste Effekt dieses Bewegungsrhythmus wird selbstverständlich ein Wasserstrom in Richtung von vorn nach hinten, vergl. Fig. 2—3. Dieser Strom bedingt eine sehr geringe Vorwärtsbewegung des Tieres. Zudem ergibt sich aber hierdurch das Speisewasser für das Filterwerk. Der betreffende Wasserstrom gelangt nämlich zum grossen Teil nach den Filterkämmen und setzt sich erst nach erfolgtem Passieren der Filtra nach rückwärts fort.

Das Filtrum wird von den borstenbesetzten Endopoditen gebildet. Indem die Extremitäten in der vorwärtstreibenden Bewegungsphase (also nach hinten) schlagen, biegen sie sich gleichzeitig medianwärts. Das Wasser wird hierbei durch den Borstenbesatz der Endopoditen getrieben. Das abfiltrierte Seston gelangt während der folgenden Bewegungen immer mehr aber ziemlich langsam dorsalwärts. An der Medianlinie des Bauches angelangt wird es aber, z. T. durch die Wirksamkeit der Maxil-

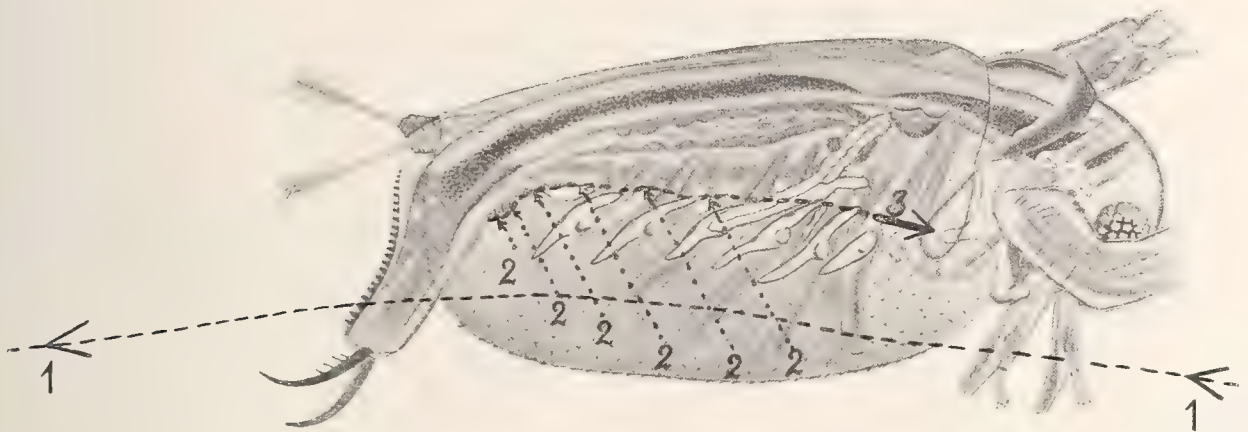


Fig. 4. Schematische Darstellung der speziellen Strömungsverhältnisse bei *Sida*.

1. Richtung des Hauptstroms. 2. Richtung des Transportstroms für das abgesiebte Seston nach der Filterrinne. 3. Richtung des Transportstroms in der Filterrinne.

larfortsätze, nach vorwärts in der Filterrinne ziemlich rasch aber in intermittenter Weise hingefegt. Durch die Wirksamkeit der Mandibeln gelangt sodann dieses Filtrat ante os ohne aber irgend einem Sortieren oder einer Kautätigkeit ausgesetzt zu sein in den Darmkanal.

Dieselbe Schlagphase gibt somit wegen des Extremitätenbaues als Effekt drei verschiedene Strömungstypen. Vergl. hierzu bezl. des Näheren die beistehenden Fig. 2—6 nebst Erklärung. Im ganzen ist somit hier mit 3 verschiedenen Strömungsrichtungen zu rechnen. Es sind dies die folgenden: 1. Der Hauptstrom des Speisewassers. Richtung von vorn nach hinten. 2. Der dorsalgerichtete Transportstrom des abfiltrierten Sestons. 3. Der oralgerichtete Transportstrom des abfiltrierten Sestons.

In Übereinstimmung hiermit kann der »Filterkorb« in folgende Gebiete gegliedert werden:



1. Das Gebiet der Rückwärtsströmung. Umfasst nur den untersten Teil des Filterkorbs. Die Filtration ist hier sehr unbedeutend; das meiste passiert.

2. Das Gebiet des eigentlichen Filterwerks, wo die eigentliche Filtration stattfindet und von wo das Filtrat rückwärts transportiert wird.

3. Das Gebiet der Vorwärtsströmung.

Über die näheren Verhältnisse des Stromwegs geben die Schemata Fig. 5—6 eine weitere Orientierung.

Die Gliederung des »Filterkorbs« in 3 Gebiete mit ganz verschiedenartigen Strömungsverhältnissen bedingt weiter unter gewissen Um-

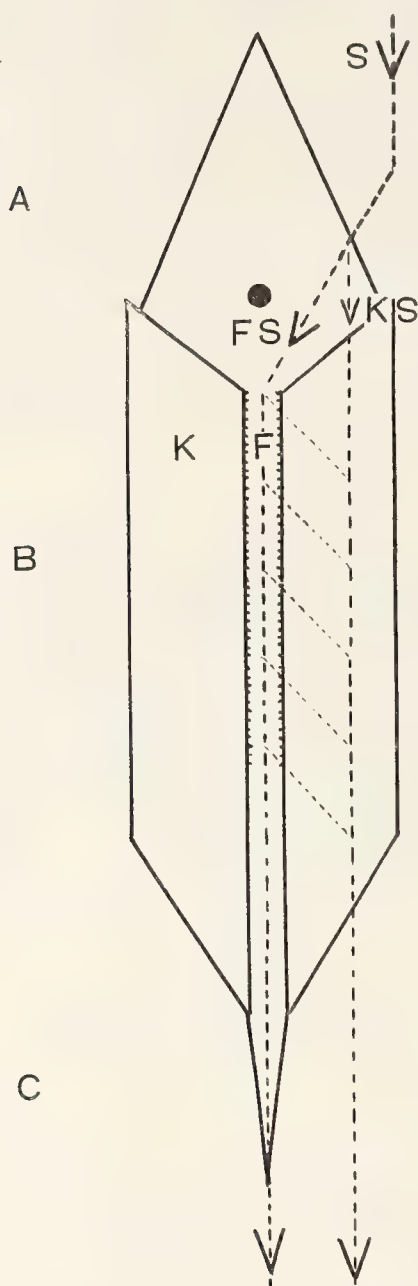


Fig. 5. Schematische Darstellung des Filterwerks der filtrierenden *Cladoceren*. Ansicht von unten.

A Kopf-  
B Rumpf-  
C Endstachel- } Partie des Tieres.

Das Filterraum (F) wird von den den Schalenrändern einigermaßen parallel gestellten Filterkämme begrenzt. Ausserhalb desselben der Kiemenraum (K).

Der eintretende Hauptstrom S folgt zwei Wegen: teils direkt in den Kiemenraum, KS, teils erst in den Filterraum FS und von da ab z. T. nach Passieren des Filtrums weiter in den Kiemenraum.

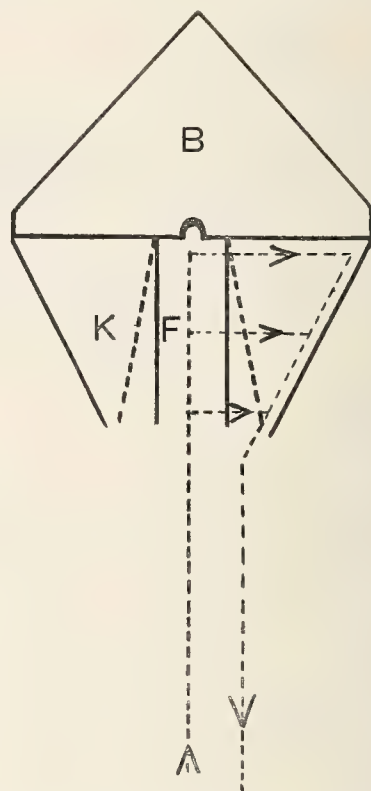


Fig. 6. Schematische Darstellung des Filterwerks der filtrierenden *Cladoceren* im Querschnittsbild.

B Rumpfpattie des Körpers.  
F Filterraum.  
K Kiemenraum.

Am Boden des Filterraums die Filterrinne. Die Stellung der Filterkämme ist sowohl in der Lage der einpumpenden Schlagphase (grob gestrichelte Linien) wie in der der eigentlich filtrierenden Schlagphase (ganze Linien) eingezeichnet.

ständen eine sehr bemerkenswerte Regulation bei der Überführung des oralwärts hervortretenden *Filtrats ante os* in den Darm. Eine eigentliche Wahl des Nährmaterials kommt zwar bei den filtrierenden *Cladoceren* nicht vor. Alles was *ante os* kommt, wird somit unter gewöhnlichen Verhältnissen in den Darm übergeführt. Sind aber die Nährkörper zu gross oder arbeitet das Filterwerk bei übertriebenem Gehalt an abfiltrierbarem Seston mit dem Effekt, dass eine Überfüllung in der Filterrinne *ante os* zu Stande kommt, so tritt doch eine gewisse Regulation mit Rücksicht auf die zuströmende Nahrung ein. Eine nähere Demonstration hierzu ergibt sich aus Fig. 7. Sie äussert sich einfach darin, dass das Filtrat *ante os* aktiv wiederum in das Gebiet der Rückwärtsströmung herausgeworfen wird — sei es dass dies durch die Oberlippe oder durch die Endkrallen herbeigeführt wird. Als eine wirkliche Auswahl des abgesiebten Sestonmaterials funktioniert aber diese Regulation nicht. Vielmehr entbehren die filtrierenden *Cladoceren* überhaupt jeder eigentlichen Wahl der Nahrung.

Dieser ist somit als der Grundtypus des Nahrungserwerbes bei den als aktiven Filtratoren zu bezeichnenden *Cladoceren* zu betrachten. Die von der wechselnden Morphologie der Extremitäten abhängigen Varianten dieses Grundtypus sollen im folgenden näher auseinandergesetzt werden.

Die Extremitäten-Morphologie der aktiven Filtratoren ist im Vergleich zu der der Räuber weit mehr kompliziert. Dies ist eigentlich selbstverständlich. Jene muss nämlich zum Zweck der Filtration einen hohen Grad von Komplikation aufweisen, diese wird als einfaches Greiforgan vorliegen. Ein Blick auf die Figur 9 zeigt dies ohne weiteres.

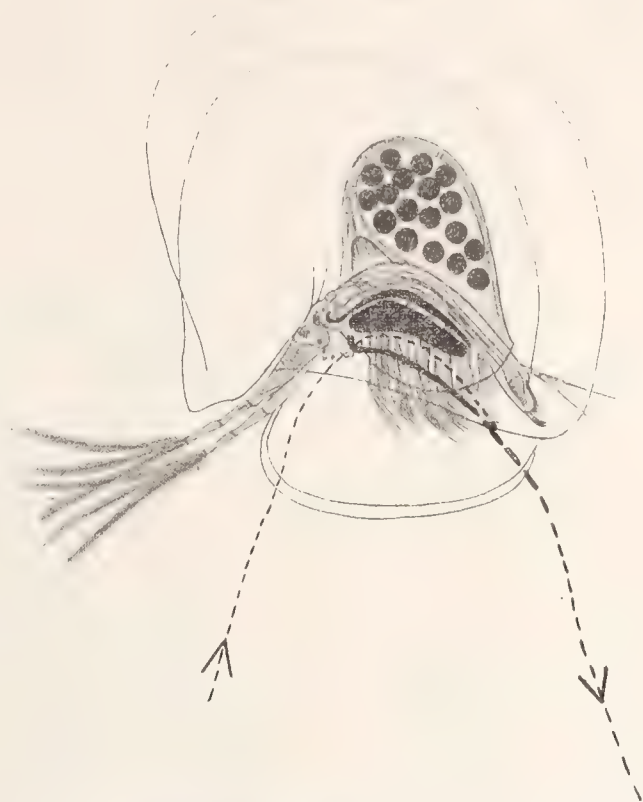


Fig. 7. Orientierende Übersicht über die Verteilung der verschiedenen Strömungen bei *Holopedium* in einer Kultur mit übertrieben reichlichem Gehalt an absiebbarem Seston.

Die Richtung des Hauptstroms ist gestrichelt. Am Boden der Filterrinne ist das Filtrat *ante os* als eine schwarze Linie markiert. Zwischen diesen beiden Gebieten ist der Transportstrom für das Seston in der Richtung nach der Filterrinne vorherrschend. Diese Partie ist mit Schwarz eingezeichnet.

In der Richtung des hauptsächlich passierenden Hauptstroms ist ein Filtrat *ante os* eingezeichnet, das wegen Überfüllung am oralen Ende der Filterrinne durch die Wirksamkeit der Oberlippe wiederum in den Bereich der ausgehenden Strömungen ausgeworfen ist.

Den Typus der Räuber habe ich sonst nicht weiter studiert. Es soll nur beiläufig bemerkt werden, dass von den Räubern noch bei *Polyphemus* infolge seiner Extremitätenmorphologie eine gewisse Grobfiltration mit Rücksicht auf das Seston festgestellt werden kann. Die beistehende Figur 8 illustriert dies näher. Im Vergleich zu den Verhältnissen der aktiven Filtratoren liegt aber hier ein sehr auffallender Unterschied vor. Das Filtrat ante os wird nämlich von *Polyphemus* nicht in den Darmkanal aufgenommen — weder wenn es sich um Algen oder um ein



Fig. 8. Schema für die Anreicherung eines gröberen Sestons bei *Polyphemus pediculus*. Die Ruderschläge der Schwimmantennen bzw. der Beine bedingen ein ventralwärts gerichtetes Aufreissen des Wassers. Zwischen den ersten Beinpaaren reichert sich dann auch das gröbere Seston an. Die Form des betreffenden Filtrats ist hier schwarz eingezeichnet.

a priori unbrauchbares Material (z. B. Berlinerblau) handelt. Bei den Räubern liegt also eine wirkliche Auswahl der genommenen Nahrung vor, bei den aktiven Filtratoren aber nicht.

### III. Die verschiedenen Varianten des Haupttypus der aktiven Filtratoren.

Der im vorigen Abschnitt besprochene Grundtypus der aktiven Filtratoren ist morphologisch durch die Einheitlichkeit des Extremitätenbaues gekennzeichnet. Die weitere Differenzierung mit Rücksicht hierauf korreliert deshalb auch mit einer mehr



oder minder beträchtlichen Variation des idealen Grundtypus. Es sind hierbei die folgenden Fälle zu unterscheiden: der *Sida*-Typus, der *Daphnia*-Typus und der *Bosmina*-Typus. Über die Verschiedenheiten der Extremitätenmorphologie orientiert weiter die Fig. 15.

### 1. Der *Sida*-Typus.

Charakteristik: Alle Beinpaare im Prinzip nach dem idealen Schema aufgebaut. Sie sind deshalb alle zugleich als Schwimm- und Filterorgane zu betrachten.



Fig. 9. Vergleichende Darstellung der Extremitätenmorphologie bei dem Typus der Räuber bezw. dem der aktiven Filtratoren bei den Cladoceren.

Obere Reihe: Der Räubertypus, durch *Polyphemus pediculus* (I—IV) vertreten. — Filterflächen vollständig fehlend. Untere Reihe: Der Typus der aktiven Filtratoren, durch *Sida crystallina* (I—VI) vertreten. — Filterflächen reichlich ausgebildet. Die Ziffer geben das Nr der Extremitäten an. Vergrößerung 50 bezw. 30 mal. [Nach A. BEHNING.]

Mit Rücksicht auf die Technik des Nahrungserwerbs sind die folgenden Mitglieder der tierischen Planktonformation hier anzuführen: *Sida*, *Diaphanosoma*, *Holopedium*.

Dieser Typus kann als eine sehr homogene Ausbildung der Filtertechnik betrachtet werden. Es ist deshalb auch zu dem im Vorigen hierüber Gesagten nichts beizufügen.

### 2. Der *Daphnia*-Typus.

Charakteristik: Die Differenzierung der Beinpaare ist weiter gegangen. Nur die III:ten und IV:ten Extremitäten zeigen noch das alte Verhältnis. Das Filtrum

erreicht hier eine sehr hohe Komplikation, wird aber nur von den Endopoditen der III:ten und der IV:ten Extremität gebildet.

Als dem *Daphnia*-Typus angehörend sind die folgenden Formen anzuführen: *Daphnia*, *Hyalodaphnia*, *Ceriodaphnia*, *Scapholeberis*.

Vor allem bei *Daphnia* erreicht der Filterkamm einen hohen Grad der Komplikation infolge einer im Vergleich mit dem *Sida*-Typus weit intensiveren Beborstung u. s. w. Vergl. Fig. 10. Diese Verhältnisse bedingen auch eine ganz

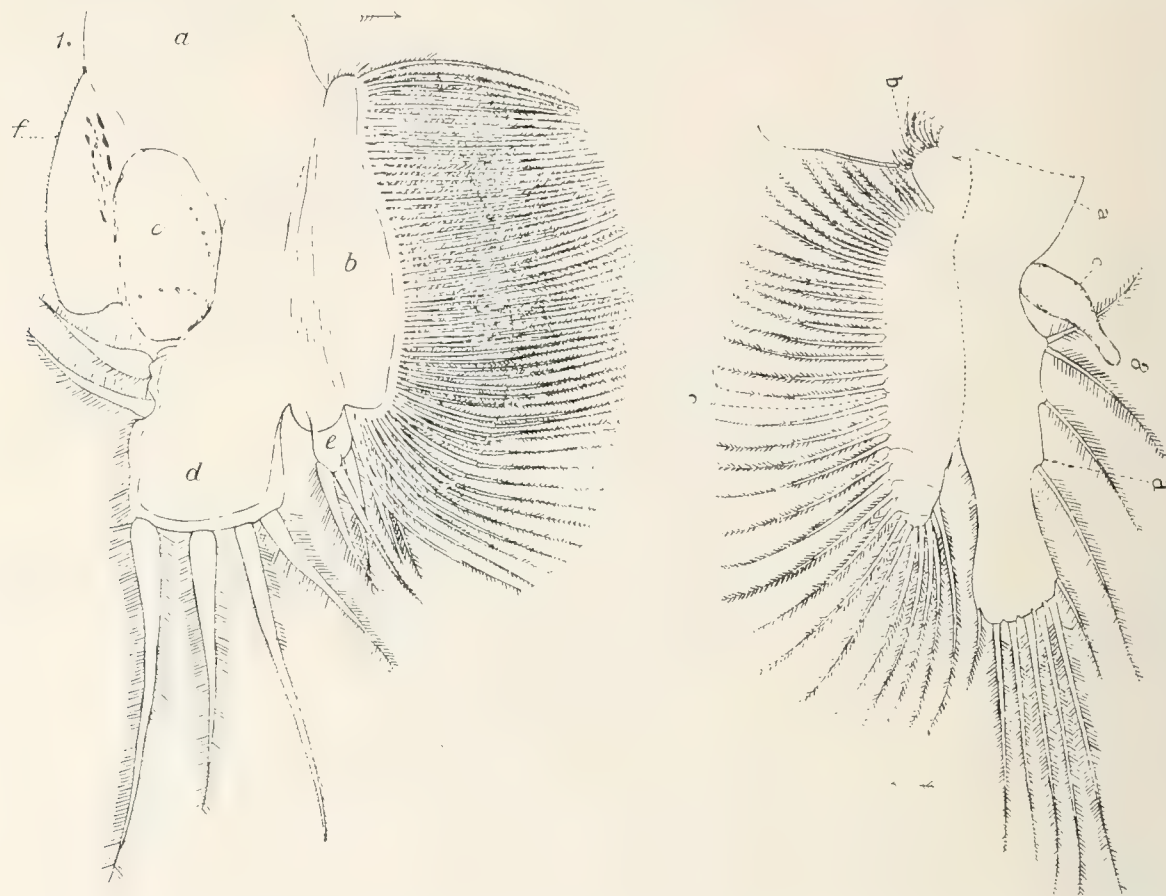


Fig. 10. Vergleichende Darstellung einer Filterfläche bei *Daphnia* (links) bzw. *Sida* (rechts).  
Vergr. 125 mal. [Nach LILJEBORG.]

enorme Leistungsfähigkeit des *Daphnien*-Filtrums. Über die Bedeutung dieser Verhältnisse wird im folgenden später die Rede sein.

Ähnlich wie der *Sida*-Typus zeigt der *Daphnia*-Typus das Filtrat *ante os* vor allem als Konzentrat in Gestalt einer feinen Linie in der Filterrinne. Die Beschränkung des Filterkammes auf die Extremitäten III und IV bzw. ihre gegenseitige Stellung bedingt im allgemeinen ein Nähern der ein- bzw. austretenden Strömungen. Eine bemerkenswerte aber ökologisch sehr leicht verständliche Ausnahme bietet indess hierbei *Scapholeberis*. Ein Blick auf die Fig. 12 dürfte am einfachsten hierüber orientieren.

### 3. Der *Bosmina*-Typus.

Charakteristik: Die Beinpaare zeigen im Vergleich mit dem ursprünglichen Typus einen einfacheren Aufbau. Vor allem sind die Filterkämme nur wenig entwickelt. S. übrigens die vergleichende Darstellung, Fig. 15.

Die besondere Morphologie der *Bosminen*-Extremitäten bedingt auch hier eine Spezialart in der Funktion des Filterwerks, die von dem Grundtypus beträchtlich abweicht. Von den verschiedenen Extremitäten sind vor allem die II:en und III:en bei der Filtration beteiligt. Von diesen arbeitet die erstgenannte der Hauptsache nach als ein Grobfiltrum nach gewöhnlichem Typus. Die III:e Extremität komplettiert aber den Filterapparat mit einem Feinfiltrum. Die fast rechtwinklige Stellung dieser Filterfläche gegenüber der Medianlinie ist indessen bemerkenswert.

Durch diese Orientierung der Filtra bei *Bosmina* erreicht auch das Filtrat *ante os* ein ganz anderartiges Aussehen als das sonst gewöhnliche. Auch die Strombahnen verhalten sich anders. Die beigegefügtten Abbildungen Fig. 13—14 möchten dies näher beleuchten.

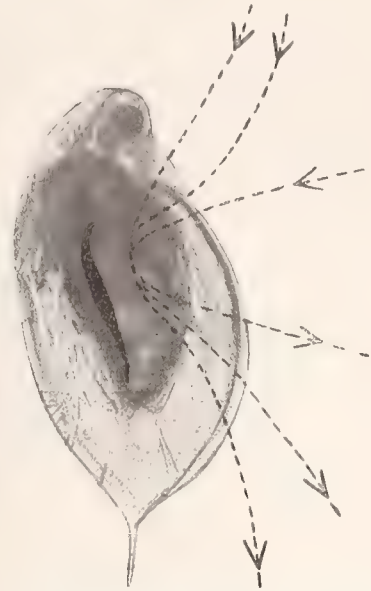


Fig. 11. Übersicht über das Gebiet der ein- bzw. austretenden Strömungen bei *Daphnia longispina*.

Das in der Filterrinne befindliche Filtrat *ante os* ist mit schwarz eingezeichnet.

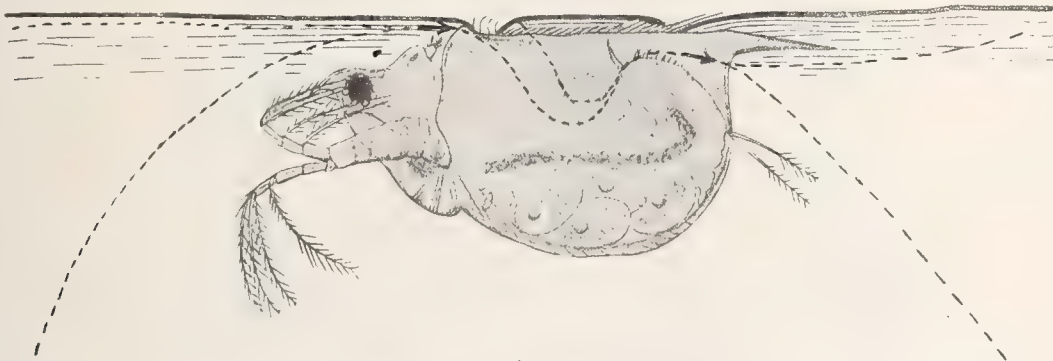


Fig. 12. Schema über die Strömungsverhältnisse bei *Scapholeberis mucronata*.

### IV. Der allgemeine Effekt des Filterwerks.

Der Filtrationsmechanismus, dessen Morphologie und Arbeitsweise in dem vorigen näher besprochen wurde, ergibt — wie schon mehrmals hervorgehoben — als Effekt ein Filtrat, das mit dem Gesamtseston des Wassers qualitativ übereinstimmt.

Es erheben sich indessen nunmehr mehrere neue Fragen. In ersten Linie handelt es sich hierbei um die Frage nach dem weiteren Schicksal des erhaltenen



Filtrats. Dasselbe gelangt aber, wie schon beiläufig bemerkt, prinzipiell ganz wahllos in den Darmkanal. Als eine Demonstration hierzu sei auf die umstehende Tabelle (II) hingewiesen.

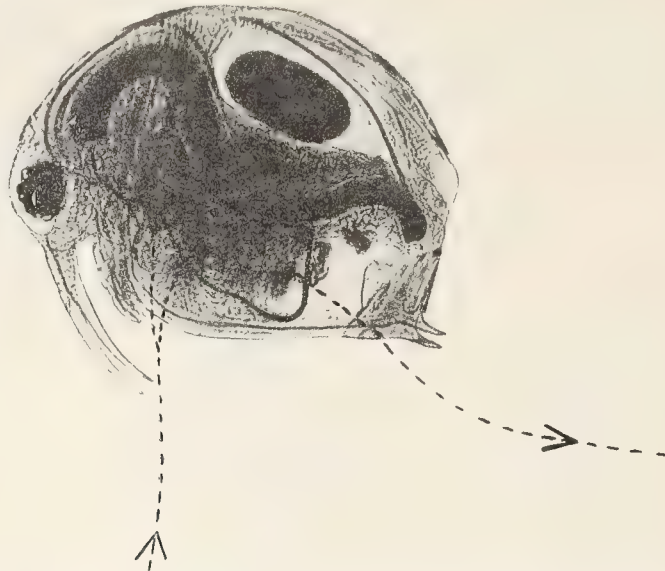


Fig. 13. Die Hauptströmungen bei *Bosmina*. Darm und Oesophagus auf dem dargestellten Exemplar prall gefüllt. Die Begrenzung des Gebiets des Pump- und Filterwerks eingezeichnet.

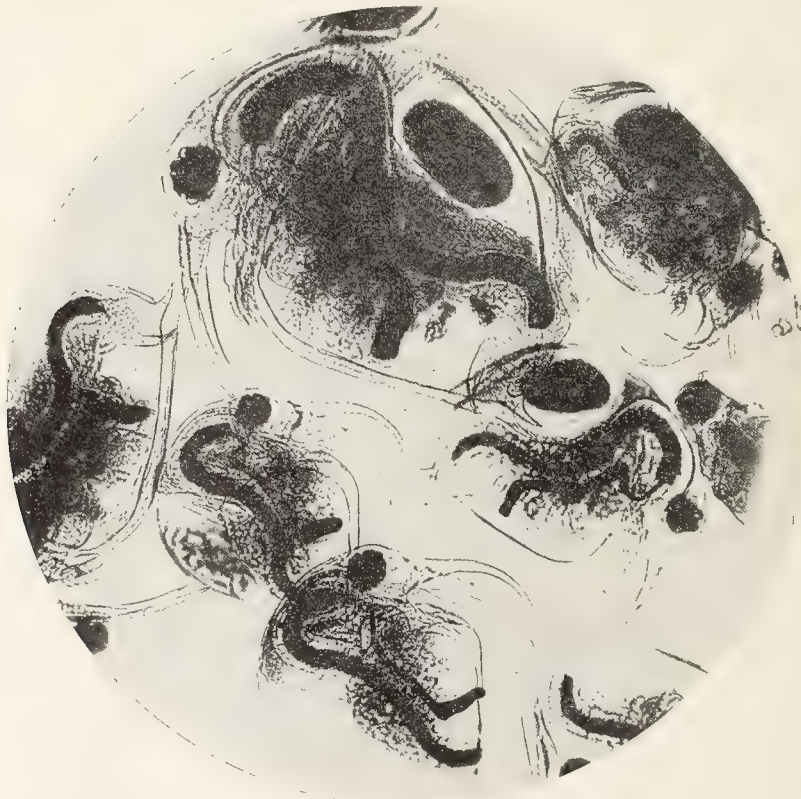


Fig. 14. Typisches *Bosminen*-Plankton aus dem Gebiet der schwarzen Humusgewässer. Darm mit schwarzbraunem Humusdetritus prall gefüllt, durch den schmalen Oesophagus mit dem sehr charakteristisch gepackten Filtrat *ante os* beinahe in direkter Kontinuität stehend. Das Filtrat *ante os* durch Retusche schärfer hervorgehoben. Ähnliche Bilder liefern z. B. Karminkulturen.

Wir gehen indessen sofort weiter. Es erheben sich dann in erster Linie verschiedene Fragen betreffs der Leistungsfähigkeit des Pumpwerks. Sie können in folgender Weise zusammenfassend formuliert werden: Wie lange muss das Einpumpen dauern um eine der Darmkapazität gleichzusetzende



Fig. 15. Vergleichende Darstellung der Extremitätenmorphologie bei den verschiedenen Typen der aktiven Filtratoren.

- A. Der *Sida*-Typus, durch *Sida crystallina* (I—VI) vertreten. Mehrere Feinfiltra bei jeder Körperseite.
- B. Der *Daphnia*-Typus, durch *Daphnia pulex* (I—V) vertreten. — Zwei Feinfiltra bei jeder Körperseite.
- C. Der *Bosmina*-Typus, durch *Bosmina coregoni* (I—VI) vertreten. — Ein Grob- und ein Feinfiltrum bei jeder Körperseite.

Vergr. 30 (A), 30 (B) und 75 (C) mal. [Nach A. BEHNING.]

Sestonmenge abzufiltrieren? Die Beantwortung dieser Frage wird den Erneuerungskoeffizienten des Darminhalts feststellen. Selbstverständlich sind diese Werte sowohl von der Qualität wie von der Quantität des vorhandenen Sestons abhängig. Sie müssen verschiedenartig ausfallen je nach dem Dispersitätsgrade der Sestonkörper bzw. nach ihrer Frequenz.

TABELLE II.

| Versuchsmaterial.             | Karmin. | Vegetations-<br>gefärbtes<br>Wasser + Tusche.  | Vegetations-<br>gefärbtes<br>Wasser + Karmin. | Vegetations-<br>gefärbtes<br>Wasser. |
|-------------------------------|---------|--|---|--------------------------------------|
| <i>Daphnia longispina.</i>    | }       | Gebotenes Seston in qualitativ unveränderter Kombination schon nach 15—30 Minuten im Darminhalt als dominierend nachweisbar. Darmbild Wochen hindurch unverändert. |   |                                      |
| <i>Ceriodaphnia</i> sp.       |         |  |   |                                      |
| <i>Bosmina obtusirostris.</i> |         |  |   |                                      |
| <i>Polyphemus pediculus.</i>  | }       | Gebotenes Seston Wochen hindurch nicht aufgenommen.  |   |                                      |

Es mag sodann zu den Fragen betreffs der Koeffizienten zuerst eine Darstellung vorgeführt werden, die für ein eutrophes, vegetationsgefärbtes Wasser als charakteristisch gelten kann. Wird somit entweder mit einem derartigen Wasser oder mit einer das Wasser trübenden Suspension von Karmin, Ultramarin u. s. w. gearbeitet, so ergibt sich etwa folgendes Resultat:

TABELLE III.

| Versuchsmaterial.              | Erneuerungskoeffizient<br>des Darminhalts,<br>in Minuten. |
|--------------------------------|---|
| <i>Daphnia longispina.</i>     | 20—30   |
| <i>Bosmina obtusirostris</i>   | 15  |
| <i>Ceriodaphnia</i> sp.        | 15  |
| <i>Scapholeberis mucronata</i> | 15  |
| <i>Holopedium gibberum</i>     | 15  |
| <i>Sida crystallina</i>        | 60  |

Wie schon oben angeführt dürften diese Werte dem durchschnittlichen Effekt des Filterwerks in einem eutrophen, vegetationsgefärbten Wasser einigermaßen entsprechen, wo die Produktion an Plankton Hunderttausende von Zellen pro Kbcm. erreicht. Sie liegen auch für das Humuswasser ungefähr in derselben Höhe.

Höher steigt indessen auch niemals der Effekt. Wird deshalb unter experimentellen Bedingungen mit noch so algenreichen Kulturen gearbeitet, so hält sich doch der Effekt annähernd bei den angeführten Werten. Sie können deshalb auch als ein Mass des maximalen Effekts bezeichnet werden. Das über-



flüssig abfiltrierte Seston wird übrigens unter derartig abnormen Verhältnissen durch die S. 11 besprochene Regulationsmechanik leicht beseitigt.

Der Reichtum an staubfeinem Detritus in natürlichen Gewässern bedingt es, dass die hier angeführten Erneuerungskoeffizienten wahrscheinlich auch nicht besonders unterschritten werden können. Bei experimentell realisierter, abnorm tiefer Frequenz des gebotenen Sestons fällt aber der Erneuerungskoeffizient beträchtlich, um unter exklusiven Bedingungen auf ein bemerkenswertes Minimum reduziert zu werden. Vielleicht kann dies auch unter natürlichen Bedingungen eine Rolle als Regulation der Digestionsintensität spielen, die wohl dem Erneuerungskoeffizienten als einigermaßen umgekehrt proportional aufgefasst werden muss. Diese Abhängigkeit des Erneuerungskoeffizienten von dem vorhandenen Sestongehalt kann experimentell sehr leicht demonstriert werden. Ein derartiger Versuch sei auch hier als Beispiel in der beistehenden Tabelle (IV) angeführt.

TABELLE IV.

| Versuchsmaterial.   | Darmbild.  |
|---|--|
| <i>Daphnia longispina.</i><br>I. In sestonreichem Wasser.   | Eine ursprünglich aus braunem Humusdetritus bestehender Darminhalt wird nach 20—30 Minuten vollständig erneuert.   |
| II. In praktisch gesprochen sestonfreiem Wasser.<br>1. Bei Anfang des Versuchs.<br>2. Nach $\frac{1}{2}$ Stunde.<br>3. Nach 1 Stunde.<br>4. Nach 15 Stunde. | <div> <div> { Ursprünglich der Hauptsache nach nur aus dem braunen Humusdetritus bestehend. </div> <div> Unverändert. </div> </div> <div> Abschnitt eben hinter dem Oesophagus leer. </div> <div> Ursprünglicher Darminhalt nur im Abschnitt eben vor dem Anus nachweisbar. </div> |

Wir gehen indessen nun wiederum weiter. Es erhebt sich dann zuerst die Frage nach der Variation des Erneuerungskoeffizienten im Verhältnis zu den Grössenstufen des vorhandenen Sestons. Selbstverständlich ist dies eine Frage, deren Beantwortung wiederum von dem morphologischen Aufbau des Filterapparats abhängt. Ganz allgemein lässt sich hierbei der folgende Satz aufstellen: Je dichter der Haarbesatz der Endopoditen, um so höher der Effekt, um so minder der Filtrationsverlust.

Experimentell lässt sich dies auf zwei verschiedene Weisen darstellen. Einerseits besteht nämlich die Möglichkeit, einer und derselben Form ein verschiedenartig dispergiertes Seston zu bieten oder auch zwei oder auch mehreren verschiedenen Formen eines polymikten Planktons gleichzeitig dasselbe Seston vorzuführen. Als

einige Beispiele in dieser Richtung sei zuerst auf die beistehende, für ein Versuchsmaterial aus *Bosmina obtusirostris* geltende Tabelle (V) hingewiesen.

TABELLE V.

| Sestontypus.   | Erneuerungs-<br>koeffizient<br>in Minuten. |
|--|--|
| Algen von Nannotypus bei der Frequenz<br>800,000—8,000,000 pro kbcm.   | 15   |
| Suspension von Karmin, Berlinerblau,<br>Bleichromat, »koll.« Schwefel. | 15   |
| Suspension von <i>Terra silicea</i> .                                  | 60   |
| Tusche.  | 75   |
| Bakterien bei der Frequenz<br>8,000,000—9,000,000 pro kbcm.            | 120—240                                    |

Aus dieser Tabelle kann selbstverständlich nicht ohne weiteres etwas über die Leistungsfähigkeit der Filtration von *Bosmina* gegenüber verschiedenartigen Grössenklassen des Sestons gefolgert werden. Vergleicht man nämlich das Abfiltrieren von Bakterien bzw. Algen bei derselben Produktion, so ergibt sich zwar eine beträchtliche Differenz; diese kann aber ebensowohl durch die Verschiedenheit der Grössenstufen wie durch eine Begrenzung der Filtrationstechnik erklärt werden. Vergleicht man indessen das gegenseitige Verhältnis von zwei verschiedenen Arten einem einheitlichen Material gegenüber, so lässt sich auch diese Frage mit für unsere Zwecke erforderlicher Genauigkeit beantworten.

Vergleicht man z. B. unter diesen Voraussetzungen *Daphnien* mit *Bosminen*, so ergibt sich für die erstgenannten ein Ausnutzungskoeffizient, der tatsächlich für

TABELLE VI.

| Versuchsmaterial.   | Sestontypus.                          | Erneuerungskoeffizient.                |
|---|---------------------------------------|--|
| <i>Daphnia longispina</i> .<br><i>Bosmina obtusirostris</i> . | } Paraffinum liquidum.                | 20—30 Minuten.<br>Etwa 15 Minuten.     |
| <i>Daphnia longispina</i> .<br><i>Bosmina obtusirostris</i> . | } Terra silicea.<br>(Fein zermahlen). | Minder als 30 Min.<br>Mehr als 60 Min. |
| <i>Daphnia longispina</i> .<br><i>Bosmina obtusirostris</i> . | } Tusche.                             | Ca. 75 Min.                            |

eine gewisse Dispersität um mehr als 100 % höher ausfällt. Die beistehende Tabelle (VI) mag als ein Beispiel in dieser Richtung hier angeführt werden. Wie daraus ersichtlich liegen die Verhältnisse hier, so lange noch z. B. mit dem sehr diffus dispergierten *Paraffinum liquidum* gefüttert wird, völlig »normal«, um sich aber mit zunehmender Dispersion bis zu einem gewissen Grenzwert ungünstiger für die *Bosminen* zu verschieben.

Die höchste Komplikation des Filterwerks erreicht der *Daphnia*-Typus. In sehr eleganter Weise kann dies durch Arbeiten mit einem durch Bakterien oder Suspensionen von »kolloidem« Schwefel getrübt Wasser demonstriert werden. Als ein Beispiel in dieser Richtung mag hier endlich die beistehende Tabelle angeführt werden.

TABELLE VII.

| Versuchsmaterial.   | B i l d.  |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
|   | Nach 30 Minuten.  | Nach einigen Tagen.                 |
| <i>Daphnia longispina</i> in Kultur mit einer Aufschwemmung von »kolloidem« Schwefel. (Durch Ausflockung z. T. allerdings gröber als Tusche). |   |                                     |
| a) Unfiltriert.   | Gebotenes Seston im Darminhalt ganz dominierend. Wasser grau getrübt. | Darminhalt wie früher. Wasser klar. |
| b) Durch Filtrierpapier filtriert.  | Ebenso.   | Ebenso.                             |

Vergleicht man das Filterwerk und den Filterkörper des *Daphnien*-Typus mit denen anderer Typen, so ergibt sich ja mit dem der *Sididen*-Typus eine bedeutende prinzipielle Übereinstimmung. Die Komplikation der filtrierenden Fläche erreicht indessen bei *Daphnien* ein ausgesprochenes Maximum.

Was endlich den *Bosmina*-Typus betrifft, so funktioniert das Filterwerk hier nach einem ganz anderen Prinzip. In Anbetracht der Komplikation der filtrierenden Fläche dürfte der *Bosmina*-Typus etwa zwischen den genannten eingereiht werden können. Überhaupt sind somit die planktonischen *Cladoceren* von dem Typus der aktiven Filtratoren als ausgesprochene Feinfiltratoren zu bezeichnen, wo sogar ein Absieben des Ultrasestons in dem höchsten Typus erreicht worden ist.

## V. Die ernährungsphysiologische Bedeutung der Schnellfiltration.

Es ergibt sich aus den in dem vorigen Abschnitte zusammengestellten Versuchsergebnissen, dass die überhaupt filtrierenden *Cladoceren* unter natürlichen



Verhältnissen als ausgesprochene »Schnellfiltratoren« bezeichnet werden können. Dies ist aber selbstverständlich auch eine Tatsache, welche für die Beurteilung des Nährwerts der aufgenommenen Nahrung von grösster Bedeutung ist.

Es ist nicht unsere Absicht, der gestellten Frage hier eine nähere Auseinandersetzung zu widmen. Die Vorbedingungen hierzu sind noch nicht erfüllt. Sie können auch nur durch Kulturversuche im Laboratorium geschaffen werden. Ich habe orientierende Arbeiten in dieser Richtung eingeleitet. Mit Rücksicht auf den jetzigen Standpunkt meiner Untersuchungen kann indessen hierauf nicht weiter eingegangen werden. Ich beschränke mich deshalb hier nur auf das Anführen einiger orientierender Gesichtspunkte.

Drei Tatsachen können hierbei als grundlegend angeführt werden. Sie können folgendermassen zusammengefasst werden:

1. Es ist bewiesen, dass alle Nährkörper in Gestalt von Algen s. str. — mit Ausnahme nur der *Chlamydomonaden* — den Darmkanal der filtrierenden *Cladoceren* ganz unverändert passieren.

Es sind somit der Hauptsache nach nur sehr zarte Flagellaten und Bakterien, welche im Darminhalt sichtlich den Kollaps erleiden.

Schon aus diesen Tatsachen ist selbstverständlich die Bedeutung des Nannoplanktons als Nährquelle nur *cum grano salis* aufzufassen.

2. Es ist aber auch erwiesen, dass die Filtrationstechnik der *Cladoceren* mit einer so grossen Präzision funktioniert, dass auch Körper, welche an der Grenze des mikroskopisch sichtbaren liegen, hierbei abfiltriert werden.

3. Betrachtet man nun diese Tatsachen im Lichte der von uns entdeckten Tatsachen der Erneuerungskoeffizienten, so ergibt sich hieraus der Schluss, dass wohl in erster Linie eben der staubfeine Detritus nebst den Bakterien als die unter allen Umständen wichtigste Nährquelle des tierischen Limnoplanktons vom filtrierenden Typus aufzufassen ist. Schon die Höhe der festgestellten Koeffizienten dürfte nämlich ohne Weiteres in die Richtung hinweisen, dass die Ausnutzungskapazität des aufgenommenen Sestons mehr oder minder direkt proportional mit zunehmender Dispersion der Nährkörper steigen muss.

---

So weit führen also u. E. schon unsere jetzigen Kenntnisse über die Ernährungsbiologie des tierischen Limnoplanktons. Sie haben in verschiedenen Hinsichten auch recht bedeutungsvolle Konsequenzen aufzuweisen. Vor allem trifft dieses auf dem Gebiet des alten Problems über die Abhängigkeitsverhältnisse zwischen Phyto- und Zooplankton zu. Es wurde dies zwar einmal als so ziemlich gelöst durch die Untersuchungen in den ersten Jahren der Nannoplanktonkunde aufgefasst. Auf dem jetzigen Standpunkt der Forschung kann eine derartige Auffassung nicht mehr aufrecht gehalten werden. Vielmehr sind nunmehr alle Schlüsse über die nähere Art der Abhängigkeit der Konsumtion von

der Produktion auf Grund von statistischen Untersuchungen als ganz wertlos zu bezeichnen. Es ist nämlich gar nicht der Totalgehalt an Nanno- bzw. Ultraseston der dies reguliert. Vielmehr handelt es sich hier um die qualitative Sonderart — um den wechselnden Nährwert des Sestons. Hier muss aber nun auch die reine Experimentalphysiologie einsetzen und dem Nährwert der verschiedenen Nährquellen eine Spezialanalyse eignen. Erst dann können wiederum die Verhältnisse in der freien Natur weiter erforscht werden. Die vorliegenden Untersuchungen dürften aber auch für eine derartige Entwicklung den Weg geöffnet haben.

## VI. Die Beteiligung der Nahrungsquellen am Stoffumsatz der filtrierenden Cladoceren in den verschiedenen Gewässertypen.

Versuchen wir in Übereinstimmung mit unseren jetzigen Kenntnissen über die ernährungsbiologischen Verhältnisse der limnischen *Cladoceren* die hierbei in Frage kommenden Produktionsfaktoren einheitlich zusammenzustellen, so dürfte sich erstens die folgende Übersicht ergeben.

TABELLE VIII.

**Schematische Übersicht über die Bedeutung der verschiedenen Sestontypen für die Produktionsbiologie der *Cladoceren*.**

| Gliederung des Sestons.   | Ernährungsbiologischer Effekt.  |
|---|---|
| <p><b>I. Autochthone Elemente.</b></p> <p><b>1. Litorigener Herkunft.</b></p> <p>Hier nur der litorigene Detritus nebst davon abhängigen Bakterien.</p> <p><b>2. Planktogener Herkunft.</b></p> <p>a) Der planktogene Kollapsdetritus überhaupt nebst davon abhängigen Bakterien.</p> <p>b) Die Nähralgen selbst.</p> <p>c) Ausgeflockte Assimilate nebst davon abhängigen Bakterien.</p> <p><b>II. Allochthone Elemente.</b></p> <p>Hier nur der allochthone Detritus nebst davon abhängigen bzw. selbständigen Bakterien.</p> | <p>In Seen überhaupt von einer nur verhältnismässig geringen Bedeutung. In Teichen aber bisweilen von grösster Bedeutung.</p> <p>Stellt wahrscheinlich nebst dem Typus c) die wichtigste Nahrungsquelle des limnischen Zooplanktons dar. Direkte Bedeutung im allgemeinen gering. S. oben unter a. Vergl. auch E. NAUMANN 1919 b.</p> <p>Erreichen überhaupt in kleineren Gewässern eine sehr grosse Bedeutung. Sonst aber nur der Spezialfall der Humusgewässer.</p> |

Das hier aufgestellte produktionsbiologische Schema ist aber in den verschiedenen Gewässertypen in sehr verschiedenartiger Weise realisiert. Versuchen wir somit diese verschiedenen natürlichen Typen zu gruppieren, so ergibt sich die folgende Zusammenstellung.

### I. Der oligotrophe Gewässertypus.

Überhaupt für die agrikulturchemisch gesprochen nährstoffarmen Formationen sehr charakteristisch. Hiervon indessen zwei verschiedene Formen, die mit Rücksicht auf die — wie wir gesehen haben — sehr wichtigen Detritusverhältnisse folgendermassen gruppiert werden können.

a) Der oligotrophe triptonarme Typus. Die Nährquellen sind hier überhaupt sehr begrenzt. Der Detritus — und zwar sowohl von auto- wie von allochthoner Art — geht hier gewissermassen ins Minimum. Die Produktion an Zooplankton ist deshalb auch sehr begrenzt.

Beispiel: Die klaren Urgebirgsseen.

b) Der oligotrophe triptonreiche Typus. Die autochthonen Nährquellen ebenso begrenzt wie im vorigen Fall. Die Hydrographie der Gewässer bedingt aber hier einen beträchtlichen Zuschuss an einem allochthonen Detritus, welcher auch für die Ernährungsbiologie des Zooplanktons eine grosse Bedeutung erreicht.

Beispiel: Die Humusgewässer.

### II. Der eutrophe Gewässertypus.

Überhaupt für die agrikulturchemisch gesprochen nährstoffreichen Formationen charakteristisch.

Die autochthonen Nährquellen sind hier vorherrschend und erreichen überhaupt eine Bedeutung, die dem oligotrophen Typus ganz fremd ist.

Beispiel: Die Seen der Ebene überhaupt.

Die beistehende tabellarische Übersicht orientiert weiter über diese Verhältnisse. Von den verschiedenen Typen der für die *Cladoceren*-produktion geltenden Produktionsbedingungen zeigt somit einer ein *primum movens*, das ganz ausserhalb der Eigenbedingungen des Wassers liegt. Der allochthone Detritus dominiert hier völlig. Zwei natürliche Gewässertypen besitzen aber ein *primum movens*, das wirklich innerhalb der Eigengrenzen des Wassers liegt. Es sind dies die zwei Gegensätze der klaren produktionsarmen Urgebirgsseen und der trüben hochproduktiven Seen der Ebene.



TABELLE IX.

Übersicht über das vorhandene Seston und seine Bedeutung für die Produktionsbiologie der *Cladoceren* in verschiedenen Gewässertypen.

| Gliederung des Sestons.   | Oligotropher Typus.  |                       | Eutropher Typus.   |   |
|---|--|-----------------------|--|---|
|   | Triptonarme Fazies.  | Triptonreiche Fazies. | Triptonarme Fazies.  | Triptonreiche Fazies.                         |
| 1. Litorigener Herkunft.  | Durchgehend in grösseren Gewässern von einer geringeren, in kleineren aber bisweilen von einer beträchtlichen Bedeutung. |                       |  |   |
| 2. Planktogener Herkunft.<br>a) Der Kollapsdetritus.<br>b) Die Nähralgen selbst.<br>c) Der Assimilatdetritus. | Minimal entfaltet.   |                       | Vorherrschende Nährquelle, deren Bedeutung wahrscheinlich in dem Typus 2 a, c gipfelt. |   |
| II. Allochthone Elemente.   | Ohne Bedeutung.  | Vorherrschend.        | Ohne Bedeutung.  | Kann eine vorherrschende Bedeutung erreichen. |

Vor allem mit dem letztgenannten Typus tritt das produktionsbiologische Problem in ganzer Schärfe hervor. Hier erreicht somit auch die eigene Ernährung des Wassers in Gestalt der Algenproduktion ihre üppigste Entfaltung. Alle Wahrscheinlichkeit spricht aber dafür, dass die für die Ernährungsbiologie des Planktons so bedeutungsvolle Urproduktion hier vor allem eben als Lieferant des bakterienvermengten staubfeinen Detritus in Frage kommt.

## VII. Die Produktionsbiologie der *Cladoceren* als wasserwirtschaftlicher Faktor.

Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der *Cladoceren* ist ja fischereibiologisch so allgemein bekannt, dass jeder weitere Hinweis darauf als überflüssig bezeichnet werden kann. Vor allem dürfte dies für das Gebiet der Teichwirtschaft zutreffen. Für das richtige Verständnis dieser Bedeutung dürften indessen die hier vorliegenden Untersuchungen etwas weiter führen und somit auch eine nähere Prüfung dieser Frage gestatten. Die Möglichkeit eines weiteren Ausbaues der Praxis dürfte sogar auf Grund dessen als sehr wahrscheinlich betrachtet werden.

Unsere Untersuchungen haben ja gezeigt, mit welcher grossen Präzision die Filtrationstechnik der filtrierenden *Cladoceren* arbeitet. Es ergab sich auch hierbei, dass der Nahrungserwerb vor allem eben auf das Seston des Ultratyps

hier eingerichtet ist. Die Wahrscheinlichkeit spricht übrigens auch in der Richtung, dass eben in diesem Element des Gesamtsestons die wichtigste Nahrung des *Cladoceren*-planktons zu erblicken ist.

Das natürliche Produktionsbild der *Cladoceren* ist von diesen Voraussetzungen aus auch leicht zu erklären. Das Maximum erreicht hier eben den eutrophen Gewässertypus, wo auch der staubfeine Detritus nebst den wahrscheinlich z. T. davon abhängigen Bakterien sein Maximum erreicht.

Dies alles ist ein Konstatieren bestehender Tatsachen. Gehen wir aber jetzt weiter. Die Frage ergibt sich dann ohne weiteres von selbst: Kann eine direkte Verwertung dieser Ergebnisse auf dem teichwirtschaftlichen Gebiet wirklich als möglich bezeichnet werden?

Wir sind tatsächlich der Ansicht, dass eine derartige Entwicklung nunmehr als möglich bezeichnet werden kann. In der Praxis wird es dann darauf ankommen, vor allem den Gehalt des Wassers an staubfeinem Detritus zu erhöhen — sei es direkt oder auch indirekt, auf dem Wege der durch Teichdüngung bis auf mässige Hochproduktion gesteigerten Produktion der pflanzenreichen Ernährung. Es ist unsere Absicht, diese Probleme weiter in praktischer Hinsicht hier zu bearbeiten mit besonderer Rücksicht auf derartige Formen, die wirklich als gute Detritusproduzenten bezeichnet werden können. Es dürfte indessen in diesem Zusammenhang endlich noch auf die von HOFER zuerst entdeckte Möglichkeit hingewiesen werden, in dieser Weise die städtischen Abwässer in produktionsbiologischer Weise zu klären. Es ist wohl ohne Zweifel, dass hierbei eben die *Cladoceren* als aktive Filtratoren mit Spezialisierung auf das trübende Ultraseston eine ganz hervorragende Rolle spielen. Erst die vorliegenden Untersuchungen dürften indessen diesen wichtigen Tatsachen nötige Relief im Gesamtleben des Süsswassers verliehen haben.

Lund, Mitte Januar 1920.



## Angeführte Literatur.

Die gesamte Literatur, welche sich auf die Ernährungsbiologie des limnischen Zooplanktons bezieht, ist in meiner Abhandlung l. c. 1918 verzeichnet. Es werden deshalb hier nur derartige Arbeiten angeführt, die in dem vorliegenden Teil besonders zitiert sind.

---

- BEHNING, A., Studien über die vergleichende Morphologie sowie über temporale und Lokalvariation der Phyllopodenextremitäten. — Int. Revue der Hydrobiologie. Biol. Suppl. IV. Serie. 1912.
- KOLKWITZ, R., Plankton und Seston. — Berichte der Deutschen Botan. Ges. 1912.
- , Plankton und Seston II. — Ebenda 1918.
- LEYDIG, F., Naturgeschichte der Daphniden. — Tübingen 1860.
- LILJEBORG, W., Cladocera Sueciæ. — Nova Acta Regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis. Vol. XIX. 1901.
- NAUMANN, EINAR, Über die natürliche Nahrung des limnischen Zooplanktons. Ein Beitrag zur Kenntnis des Stoffhaushalts im Süßwasser. — Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. II. Bd 14. Nr 31. 1918.
- , Ein einfacher Netzeimer. — Skrifter utg. av S. Sveriges Fiskeriförening. 1917. [Schwedisch mit deutschem Resumé.]
- , Einige Gesichtspunkte zur Ökologie des Planktons. Mit besonderer Berücksichtigung des Phytoplanktons. — Svensk Bot. Tidskrift. 1919. (a). [Schwedisch mit deutschem Resumé.]
- , Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons. III. Einige Gesichtspunkte zur Beurteilung des biologischen Effekts der vegetationsfärbenden Hochproduktionen. — Biol. Cbl. 1919 (b).
- STEUER, A., Planktonkunde. — 1910.
-





LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT, N. F. Avd. 2. Bd 17. Nr 5.  
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 32. Nr 5.

---

STUDIEN  
ÜBER  
DAS TEICHZOOPLANKTON

VON  
HARALD NORDQVIST

---

MIT EINER KARTE

---

(Arbeit aus der Teichwirtschaftlichen und Biologischen Versuchsstation Aneboda  
und dem Zoologischen Institut der Universität Lund)

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 9. März 1921 vorgelegt.

LUND 1921

HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI



## Einleitung.

Die Erforschung des Teichplanktons nahm in der Hauptsache in den neunziger Jahren ihren Anfang. Schon im Jahre 1893 erschien die Arbeit von FRIČ und VÁVRA über die Unterprocernitzer und Gatterschläger Teiche in Böhmen, da aber diese »Teiche« so gross sind, dass das in ihnen vorkommende Plankton nicht als ein typisches Teichplankton gelten kann, sind unsere ersten Kenntnisse von dem Plankton der Teiche in erster Linie mit dem Namen ZACHARIAS, der sein reges hydrobiologisches Interesse auch dieser Gewässerkategorie zuwendete, verknüpft. Besonders in der späteren Hälfte des genannten Dezenniums untersuchte ZACHARIAS Planktonproben von sehr vielen, in verschiedenen Teilen Deutschlands gelegenen Teichen und legte seine Beobachtungen in mehrere, später zu erwähnende Publikationen nieder. Obgleich ZACHARIAS keine fortlaufende, systematische Untersuchung irgendeinen bestimmten Teiches oder Teichkomplexes unternahm, müssen doch wegen der Vielheit der untersuchten Teichobjekte, seine diesbezüglichen Arbeiten als für die Lösung des Teichplanktonproblems überaus wichtig betrachtet werden. ZACHARIAS war auch der erste, der das Teichplankton, für welches er das Wort »Heleoplankton« prägte, näher zu charakterisieren versuchte.

Etwa gleichzeitig mit ZACHARIAS studierte auch WALTER aus praktischen Rücksichten das Teichplankton und glaubte in der Quantität des tierischen Planktons einen Masstab der Produktivität der Fischteiche gefunden zu haben. In diesen Bestrebungen die Teichplanktonstudien für die Praxis nutzbar zu machen nahm übrigens auch ZACHARIAS lebhaft teil.

Im Jahre 1900 erschien eine interessante Arbeit von LEVANDER über das Leben in stehenden Kleingewässern auf den finnischen Skäreninseln. Obgleich in dieser Arbeit das Plankton als Biocönose nicht gesondert behandelt wurde, werden wir später vielfach Gelegenheit haben auf sie zurückzukommen. Später wurden unsere Kenntnisse von dem Teichplankton vor allem durch Arbeiten von STEUER, WESENBERG-LUND, DIEFFENBACH, LIST und PAULY wesentlich gefördert<sup>1</sup>. Ausser den genannten Forschern haben auch noch viele andere sich mehr oder weniger eingehend mit

---

<sup>1</sup> Die interessante Arbeit von SCHORLER und THALLWITZ über den Moritzburger Grossteich kann kaum zur eigentlichen Teichplanktonliteratur gezählt werden, da der genannte Teich so gross ist, dass er als einen seichten See oder »Seeteich« zu betrachten ist. Dasselbe gilt von dem von LANGHANS untersuchten Hirschberger Grossteich.

dem Plankton oder die Fauna kleiner Teiche und Tümpel beschäftigt. Bei der überaus mächtigen Anschwellung der limnologischen Literatur in den späteren Jahren sind selbstverständlich viele in diese Literatur zerstreute, auf das Teichplankton sich beziehende Angaben und Notizen mir entgangen, bei der Besprechung verschiedener Fragen im allgemeinen Teil dieser Arbeit, habe ich mich jedoch bemüht die einschlägige Literatur soweit als möglich zu berücksichtigen. Doch habe ich bei der Charakterisierung verschiedener Zooplanktonformationen nicht auf Arbeiten über die Fauna arktischer oder hochalpiner Teichgewässer Rücksicht genommen, weil ich meine Untersuchung absichtlich auf die Verhältnisse in temperierten Gegenden beschränken wollte.

Durch die Arbeiten der eben erwähnten und anderer Forscher wurde zwar ein reichhaltiges Material zur Erkenntnis des Planktons verschiedenartiger Teichgewässer zusammengebracht und auch viele Fragen von grossem limnologischem Interesse beleuchtet, zu einer vergleichenden Behandlung des gesamten Teichplanktonproblems von allgemeineren Gesichtspunkten aus kam es jedoch nicht. WESENBERG-LUND versuchte zwar das für das Teichplankton besonders Charakteristische herauszufinden, da aber die von ihm untersuchten dänischen Teiche im grossen ganzen demselben Haupttypus wie die meisten der von ZACHARIAS untersuchten deutschen Teiche angehörten, wurde auch seine Charakteristik des Teichplanktons natürlich mit der von ZACHARIAS vorher gegebenen in der Hauptsache übereinstimmend.

Auf Grund umfassender Untersuchungen über das Phytoplankton schwedischer Seen und Teiche — besonders auch derjenigen der Versuchsstation Aneboda — kam NAUMANN in neuester Zeit dazu, nach ernährungs-physiologischen und milieu-chemischen Gesichtspunkten hauptsächlich zwei unter natürlichen Bedingungen realisierte Gewässertypen zu unterscheiden. Der eine Haupttypus sollte für das elektrolytenreiche Flachland, der andere für kalkarme Urgebirgsgegend charakteristisch sein. Bei meinen Studien über das Zooplankton der Teiche der — in einer Urgebirgsgegend gelegenen — teichwirtschaftlichen Versuchsstation Aneboda konnte ich nun feststellen, dass auf dieses Zooplankton die von ZACHARIAS und WESENBERG-LUND gegebenen Charakteristika des Teichzooplanktons gar nicht passen, in verschiedenen Teichen des gut kultivierten Flachlandes der Provinz Schonen traf aber auch ich ein Zooplankton an, das dem üblichen Teichplanktonschema genau entsprach. Die von NAUMANN in Bezug auf das Phytoplankton aufgestellten Hauptgewässertypen konnte ich somit auch in Bezug auf das Teichzooplankton deutlich unterscheiden. Dies zu zeigen und die beiden — mit einander durch zwischenglieder verbundenen — grossen Haupttypen von Teichgewässern zooplanktologisch zu charakterisieren ist eine der Hauptaufgaben dieser Arbeit.

Auch wenn viele Teiche zu ein und demselben Gewässertypus gehören, braucht das Zooplankton derselben natürlich lange nicht identisch zu sein. Es können vielmehr in den verschiedenen Teichen — und auch in demselben Teich in verschiedenen Jahren — sehr verschiedene Assoziationen zur Entwicklung gelangen. Ich habe es nun auch versucht einige auf die jeweilige Zusammensetzung der Zooplankton-



assoziationen einwirkende Momente zu beleuchten. Diese von mir in dieser Arbeit besonders berücksichtigten Momente sind folgende: 1) Verschiedenheiten der Temperatur- und Ernährungsbedingungen, 2) Schwankungen in der Dauereiproduktion der einzelnen Spezies und 3) die winterlichen Trockenperioden und die Bspannungsverhältnisse ablassbarer Fischteiche. Im vorletzten Abschnitt des allgemeinen Teils werde ich die horizontale und vertikale Verteilung der Planktontiere der Anebodateiche kurz besprechen, im letzten die Frage von der Brauchbarkeit des Teichplanktons für Bonitierung von Fischteichen erörtern.

Ich habe oben die hauptsächlichen Aufgaben der hier vorliegenden Arbeit präzisiert. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass das von mir benutzte — zum weitaus grössten Teil aus den Anebodateichen stammende — Zooplanktonmaterial zum Teil leider nicht mit Rücksicht auf diese Aufgaben ganz methodisch zusammengebracht wurde. Es kommt dies einerseits daher, dass ich zum Vergleich mit dem aus den letzten Jahren (hauptsächlich 1918 u. 1920) herrührenden Material auch ältere (1907—1910) für andere Zwecke gemachte Beobachtungen über das Zooplankton der Anebodateiche herangezogen habe, anderseits hängt es aber auch damit zusammen, dass ich im Sommer 1918, wegen anderer Beschäftigungen keine Zeit hatte, das eingesammelte Material sofort zu bearbeiten und die betreffende Literatur gründlich zu studieren und deshalb erst zu spät auf einige Momente aufmerksam wurde, die ich sonst schon bei der Materialbeschaffung hätte berücksichtigen können. Im nächsten Abschnitt (Material und Methodik) sollen die aus solchen Ursachen sich ergebenden Fehlerquellen näher besprochen werden.

Die vorliegende Arbeit stellt in erster Linie einen Versuch dar, unter Berücksichtigung verschiedener Teichtypen, das Teichzooplankton von allgemeineren ökologischen Gesichtspunkten aus zu betrachten und ganz besonders auch den jeweiligen Charakter desselben mit den ernährungsphysiologischen Bedingungen der betreffenden Teiche in Beziehung zu bringen. Inwieweit dieser Versuch gelungen ist können erst spätere Untersuchungen zeigen. Besonders bei der Auswahl derjenigen Tierformen, die als für die verschiedenen Gewässerstufen (Tümpel — Teich — See) der betreffenden Gewässertypen charakteristisch anzusehen seien, habe ich es sicherlich nicht vermeiden können, einige Irrtümer zu begehen, und ich bin mir deshalb wohl bewusst, dass die diesbezüglichen Verzeichnisse sich als revisionsbedürftig erweisen werden. Ich hoffe aber dennoch, dass ich die prinzipiell wichtigeren Unterschiede in Bezug auf das Zooplankton zwischen den Haupttypen der Teichgewässer im grossen ganzen richtig erkannt habe und dass meine Arbeit spätere Untersuchungen auf demselben Gebiete einigermassen erleichtern werde.

\*

\*

\*



Es ist mir eine liebe Pflicht an dieser Stelle meinem Vater, Dr. Phil. Osc. NORDQVIST, der zuerst in mir das Interesse für naturwissenschaftliche und ganz besonders auch für limnologische Studien erweckte und diese später immer auf vielfacher Weise unterstützt und gefördert hat, meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Meinem Lehrer, dem Direktor des Zoologischen Instituts zu Lund, Herrn Prof. Dr. H. WALLENGREN bin ich für die Liebenswürdigkeit mit der er mir immer gestattet hat die Ressourcen des Instituts zu benutzen, zu grossem Dank verpflichtet. In besonders hohem Masse sind meine Untersuchungen von meinem Freunde und Kollegen an der Versuchsstation Aneboda, Herrn Privatdozenten Dr. E. NAUMANN, Lund, gefördert worden. Er ist mir nicht nur immer ein bereitwilliger und sachkundiger Ratgeber in limnologischen Fragen gewesen, sondern stellte auch sein überaus reichhaltiges limnologisches Bibliothek zu meiner freien Disposition. Ich spreche Herrn Dr. NAUMANN meinen besten Dank aus. Zu grossem Dank schuldig bin ich auch dem Direktor des Fischereivereins für Südschweden Herrn Hauptmann D. M. KLINGSPOR. Dank seines lebenswürdigen Entgegenkommens war es mir möglich als Versuchsleiter der teichwirtschaftlichen Station Aneboda eine erhebliche Zeit auch auf meine Teichplanktonuntersuchungen zu verwenden.

---

## Spezieller Teil.

---

### Material und Methodik.

Das Material zu der hier vorliegenden Arbeit stammt, wie schon aus der Einleitung hervorgeht, zum weitaus grössten Teil aus den Teichen der Fischereiversuchsstation Aneboda, auf welche 238 der insgesamt untersuchten (und berücksichtigten) 265 Planktonproben fallen. Die übrigen 27 Proben wurden in den Sommern 1918 und 1920 in 19 verschiedenen, in den südlichen und mittleren Teilen der Provinz Schonen gelegenen Teichen genommen.

Von den 19 Abwachs-, Brutstreck- und Vorstreckteichen in Aneboda sind nur 12 in die Untersuchung hineinbezogen worden<sup>1</sup>. Die meisten Proben aus diesen Teichen verteilen sich auf die Jahre 1910 (28), 1918 (147) und 1920 (39). Für die Beurteilung des Gesamtzooplanktons der betreffenden Teiche sind alle diese Fänge edoch nicht gleichwertig. Da ich nämlich im Jahre 1918 Auskunft über die horizontale und vertikale Verteilung der Planktozoen bekommen wollte, wurden die an den verschiedenen Fangplätzen eines Teiches und in verschiedenen Wassertiefen genommenen Proben nicht — wie meistens in den Jahren 1910 und 1920 — zusammen, sondern gesondert untersucht.

Im Jahre 1910 wurden nur 8 Teiche untersucht und auch von diesen nur 5 mehrmals im Sommer. Auch in den Jahren 1918 und 1920 konnten nicht alle 12 Teiche gleich eingehend studiert werden. Doch wurden im Jahre 1918 Planktonfänge in acht Teichen wenigstens einmal in jedem Monat der Besspannungszeit ausgeführt, und in den am besten untersuchten Teichen wurde vielfach auch 2—4 Mal im selben Monat gefischt. In den übrigen vier Teichen wurden Planktonproben nur gelegentlich zum Vergleich genommen. Von diesen soll nur der Teich Sten-fälledammen N:o 9 ausführlich schon im speziellen Teil besprochen werden, bei den Erörterungen besonderer Fragen im allgemeinen Teil ist aber auch auf die Befunde

---

<sup>1</sup> Es wurden zwar auch gelegentlich Planktonfänge in einigen der übrigen Teiche der Versuchsstation sowie in einigen anderen Teichen derselben Gegend gemacht, da sie aber kaum etwas neues zur Klärung der erörterten Fragen bringen würden, habe ich sie nicht weiter berücksichtigt.

aus den drei übrigen (Ö. Hållsdammen, Stenfälledammen N:o 7 und N:o 8) gebührende Rücksicht genommen.

Zum Vergleich mit dem bisher erwähnten hauptsächlichsten Material kann ferner noch eine Anzahl von in den Jahren 1907—1909, 1917 und 1919 in einigen Teichen ausgeführten Einzelfängen herangezogen werden.

Es sollen nun einige Angaben über die benutzten Netze, die Probeentnahmefethoden, die quantitativen Volumbestimmungen und die Bearbeitung des Materials gemacht werden.

Da die meisten Teiche ziemlich klein sind, und da ausserdem noch die tiefsten Teile nicht in der Teichmitte sondern an den Dämmen — besonders an den Ablassmönchen — gelegen sind, konnte die eigentliche Teichplanktonregion in allen Teichen vom Ufer oder den Mönchen aus mit einem Stocknetz erreicht werden. Es wurden deshalb keine Boote benutzt.

Im Jahre 1918 wurde in der Hauptsache nur mit einem an einem etwa  $1\frac{1}{2}$  m langen Stock befestigten Netz aus Griesgaze N:o 60 gefischt. In den Jahren 1910 und 1920 wurden dagegen dichtere Müllernetze (N:o 20 und N:o 12) benutzt. Es könnte eingewendet werden, dass das im Jahre 1918 beinahe ausschliesslich benutzte Griesgazenetz zu grob sei, um auch die kleineren Zooplanktonformen zu fangen, dieser Einwand wird indessen, was das sommerliche Zooplankton der Anebodateiche betrifft, dadurch beinahe hinfällig, dass in diesem Plankton ganz kleine, das Griesgazenetz passierende Planktontiere beinahe gar nicht vorkommen, oder jedenfalls keine Rolle spielen. Von kleinen Planktozoen kommen im Teichplankton überhaupt, abgesehen von Copepodennauplien, hauptsächlich nur Rotatorien in Betracht. Wie ich in dieser Arbeit gezeigt habe, ist es aber eben ein Charakteristikum desjenigen Teichtypus, zu welchen die Anebodateiche gehören, dass Rädertiere im Sommerplankton beinahe gänzlich fehlen<sup>1</sup>. Nur eine einzige Art, *Conochilus volvox*, kann während einer kurzen Zeit im Frühsommer in grösserer Menge auftreten, eben diese Art ist aber zugleich auch das beinahe einzige planktonische Rädertier, das sich mit dem Griesgazenetz fangen lässt. Nur im zeitigen Frühjahr und dann wieder im Herbst können Rotatorien — vor allem eine *Synchaeta*-Art — eine gewisse Rolle im Plankton der Anebodateiche spielen<sup>2</sup>. Da ich ja aber — bei Anwendung der genannten dichteren Netze — diese Tatsache auch festgestellt habe, hat sie keine Trugschlüsse veranlasst, und ausserdem pflegt die Planktonmenge zu den betreffenden Zeiten so gering sein, dass die absolute Bedeutung der Rotatorien auch da keine grosse ist.

Die einzigen Formen, die durch die Anwendung des groben Netzes im Sommer 1918 mir grösstenteils entgangen dürften sind die Copepodennauplien. Da aber die

---

<sup>1</sup> Abgesehen davon, dass wie erwähnt, in den Jahren 1910 und 1920 ausschliesslich dichtere, die Rotatorien fangende Netze benutzt wurden, wurden auch in den Sommern 1917—1919 einzelne Kontrollfänge mit solchen Netzen gemacht.

<sup>2</sup> Ich sehe hierbei von solchen Fällen ab, wo die Teiche durch besondere Kultureingriffe mehr oder weniger stark eutrophiert wurden.



etwas älteren Tiere dieser Gruppe auch im Griesgazenetz zurückbleiben, und da — wie erwähnt — in den Jahren 1910 und besonders 1920 zahlreiche Proben mit dichterem Netzen genommen wurden, glaube ich dennoch auch die — ziemlich geringfügige — Bedeutung der Copepoden im Plankton der Anebodateiche ziemlich richtig abschätzen zu können.

Wichtiger als der eben besprochene Einwand ist ein anderer, der gegen die Materialbeschaffung im Sommer 1918 erhoben werden könnte. Da ich von der irrümlichen Voraussetzung ausging, dass man in so seichten Wasserbecken, wie den von mir untersuchten, mit einer vertikalen Schichtung der Planktontiere nicht zu rechnen brauche, wurden zu Anfang des Sommers immer nur Oberflächenfänge gemacht. Erst im Juli fing ich an, in den grösseren Teichen auch Tiefenfänge auszuführen. Da in den meisten Teichen dieselben Planktontiere den ganzen Sommer hindurch die Hauptmasse des Planktons ausmachten, und da ich bei den in der späteren Sommerhälfte ausgeführten Tiefenfänge Auskunft über die vertikale Verteilung derselben bekam, glaube ich indessen den aus der ausschliesslichen Berücksichtigung des Oberflächenplanktons im Anfang des Sommers entstandenen Fehler ziemlich gut beurteilen und zum grössten Teil eliminieren zu können, dies um so mehr, als ich im Jahre 1920 von Anfang an immer auch tiefere Wasserschichten durchfischte.

Eigentliche quantitative Bestimmungen des Zooplanktongehaltes der Anebodateiche wurden nur im Sommer 1910 und zwar folgendermassen ausgeführt. Mit einem Eimer wurde ein bestimmtes Quantum Wasser aus dem betreffenden Teiche geschöpft und durch ein Müllergazenetz N:o 20 abfiltriert<sup>1</sup>. Die so erhaltene Planktonmenge wurde dann im Mensurglas gemessen. Um die aus der ungleichmässigen horizontalen Verteilung des Teichzooplanktons sich ergebende Fehlerquelle zu vermeiden, wurde das abzufiltrierende Wasser meistens an mehreren verschiedenen Stellen im Teiche geschöpft. Im Teiche Jämfälledammen, wo der Planktongehalt nur einmal im Sommer (13. VII) bestimmt wurde, wurde das Planktonvolumen indessen an einem jeden der 6 Fangplätze gesondert gemessen. Wenn wir diese 6 Volumbestimmungen nur als eine rechnen, wurden in den Monaten Juni, Juli und August insgesamt 23 solcher ausgeführt und zwar in acht verschiedenen Teichen. Die jedesmal ermittelten Planktonvolumina wurden auf 1 cbm Wasser umgerechnet.

Da ich im Jahre 1910 noch gar nicht daran dachte, das Teichzooplankton überhaupt einer planmässigen Untersuchung zu unterwerfen, sondern nur beabsichtigte, durch ganz grobe Bonitierungen im Sinne Walters die Wirkung einiger Teichdüngungen zu folgen, wurden keine Notizen über die benutzten Mensurgläser, die Zeit des Absetzens des Planktons etc. gemacht. Wie meine späteren Untersuchungen über die vertikale Verteilung des Zooplanktons in den Teichen gezeigt haben, wäre

---

<sup>1</sup> Bei den ersten Bestimmungen bestand der Boden des Netzbechers jedoch aus Müllergaze N:o 12.

eine grössere Genauigkeit in den genannten Hinsichten indessen auch ganz zwecklos gewesen. Denn da bei der von mir benutzten Schöpfmethode selbstverständlich nur das Oberflächenplankton erhalten wird, und da die Hauptmasse des Zooplanktons das eine Mal an der Oberfläche, das andere Mal dicht über dem Boden steht, kann der aus diesen Verteilungsverhältnissen entstehende Fehler viele hundert Prozent betragen<sup>1</sup>. Eine andere Fehlerquelle ergibt sich daraus, dass das Wasser der Teiche bei stürmischem Wetter so stark mit vom Boden aufgewirbelten Detritus vermennt sein kann, dass es ganz unmöglich ist zu sagen, wie viel von der gemessenen Planktonmenge auf den Detritus und wie viel auf das eigentliche Plankton kommt. Im Verhältnis zu diesen Fehlern sind diejenigen, die aus verschieden langem Absetzen im Mensurglas entstehen, ganz ohne Belang.

Wenn ich trotz der erheblichen Mängel, die der Bestimmungsmethode anhaften, dennoch nicht die im Sommer 1910 ausgeführten Volumbestimmungen ganz ausser Acht gelassen habe, ist es aus folgenden Gründen geschehen: Werden in mehreren Teichen eines und desselben Teichtypus mehrere solche Volumbestimmungen im Laufe eines Sommers ausgeführt, dann können sie, auch wenn das jedesmal ermittelte Zooplanktonvolumen kein richtiger Ausdruck für den derzeitigen Zooplanktongehalt jedes einzelnen Teiches ist, doch alle zusammen eine ziemlich gute Vorstellung von der allgemeinen Zooplanktonproduktion des betreffenden Teichtypus, verglichen mit ganz anderen Teichtypen, geben. Denn einerseits können wir annehmen, dass wenn eine grössere Anzahl von Volumbestimmungen im Laufe eines Sommers zu Ausführung kommt, die aus der ungleichmässigen und schwankenden vertikalen Verteilung sich ergebenden Fehler einigermaßen ausgleichen werden, und andererseits scheinen die Differenzen in Bezug auf Zooplanktonproduktion verschiedener Teichtypen so beträchtlich zu sein, dass sie auch ohne grosse Exaktheit der Bestimmungsmethode deutlich genug sich bemerkbar machen. Bei der Beurteilung von nur in einem Sommer ausgeführten Volumbestimmungen dürfen wir indessen nicht vergessen, dass die Zooplanktonproduktion ein und desselben Teiches in verschiedenen Jahren ausserordentlich verschieden sein kann.

In den anderen Jahren, aus welchen Planktonmaterial vorliegt, wurden keine Versuche gemacht, den absoluten Planktongehalt pro cbm Wasser festzustellen. Ich versuchte es nur im Jahre 1918 die relative Zooplanktonproduktion der verschiedenen Teiche annähernd zu bestimmen, indem ich bei jeder Probeentnahme immer 10 etwa gleich lange Netzzüge ausführte und die so erhaltenen Planktonmengen im Mensurglas mass. Da es eine gar zu lange Zeit beansprucht hätte, alle Proben bis zu ganz konstantem Volumen sich absetzen lassen, wurde das Volumen

---

<sup>1</sup> Dieselbe Probeentnahmemethode wurde auch bei den Teichplanktonuntersuchungen in Sachsenhausen (vergl. PAULY 62) benutzt. Da die Teiche in Sachsenhausen sehr seicht sind, da aus jedem Teich Proben alle 14 Tage entnommen wurden und da somit der Berechnung der Durchschnittswerte für jede besondere Teichgruppe eine grosse Zahl von Einzelbestimmungen zu Grunde gelegt werden konnte, glaube ich indessen, dass die genannten Durchschnittswerte die relative Planktonproduktion der betreffenden Teichgruppen während der ganzen Bespannungszeit ziemlich gut widerspiegeln.



immer nach 15 Minuten abgelesen. Da — wie schon erwähnt worden ist — im Anfang des Sommers auch in den etwas tieferen Teichen nur Oberflächenfänge gemacht wurden, und da auch beim Fangen des Planktons mit Netzen der zuweilen in grösserer Menge im Wasser suspendierte grobe Detritus<sup>1</sup> nicht zu vermeiden ist, können selbstverständlich auch in Bezug auf die im Jahre 1918 ausgeführten relativen Volumbestimmungen zum Teil die oben gegen die Schöpfmethode erhobenen Einwände geltend gemacht werden. Ich habe mich deshalb auch bemüht diese Volumbestimmungen möglichst kritisch zu verwerten und habe hauptsächlich nur dann aus denselben etwas mehr weitgehende Schlüsse gezogen, wenn ich mit Mittelwerten von einer grösseren Anzahl von Einzelbestimmungen rechnen konnte, oder auch mit sehr grossen, sicher zu beurteilenden Quantitätsdifferenzen zu thun hatte.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Planktonproben verfuhr ich auf folgende Weise: Die Proben wurden ordentlich umschüttelt und in eine flache Glasschale ausgegossen. Dann wurden mittels einer Pipette Stichproben des Planktons aus der Schale aufgesogen und auf den Objektträger gebracht. Jede Stichprobe enthielt meistens einige hundert Tierindividuen und es wurde in der Regel fünf oder sechs solche Stichproben untersucht. Für eine Anzahl von Planktonproben aus den Teichen N. Sägdammen, Stenfälledammen N:o 10 (alle Proben) und Jäm-fälledammen wurde die prozentische Zusammensetzung derselben aus verschiedenen Spezies durch genaues Durchzählen einiger Stichproben zahlenmässig festgestellt<sup>2</sup>. Sonst wurde die relative Abundanz der einzelnen Arten nur geschätzt. Da bei solchen Schätzungen verschiedene Autoren sicherlich die nämlichen Bezeichnungen in sehr verschiedenem Sinne verwenden, halte ich es für angebracht anzugeben, welchen prozentischen Zahlenwerten die von mir benutzten Bezeichnungen annähernd entsprechen. Ich bin zu diesen Zahlenwerten so gekommen, dass ich in vielen Fällen die Abundanz der einzelnen Formen zunächst nur abschätzte und dann durch Zählung die tatsächliche prozentische Zusammensetzung der Proben feststellte. Durch solche Kontrollzählungen habe ich gefunden, dass folgende Ausdrücke in meinen Untersuchungsprotokollen etwa folgendes bedeuten:

|                       |          |                       |         |
|-----------------------|----------|-----------------------|---------|
| Dominierend .....     | 75—100 % | Häufig .....          | 10—20 » |
| Vorherrschend .....   | 60— 75 » | Ziemlich häufig ..... | 5—10 %  |
| Stark hervortretend . | 40— 60 » | Spärlich .....        | 2— 5 »  |
| Sehr häufig .....     | 20— 40 » | Vereinzelt.....       | 0— 2 »  |

Selbstverständlich kann ich dafür nicht garantieren, dass immer, wo die Abundanz einer Art mit dem einen oder anderen dieser Ausdrücke bezeichnet worden ist, die-

<sup>1</sup> Bei erheblicheren Detritismengen wurden immer nach ungefährem Abschätzen derselben unter dem Mikroskop entsprechende Reduktionen der ermittelten Volumzahlen vorgenommen.

<sup>2</sup> Die durchgezählte Individuenzahl war zwar meistens nicht sehr gross (in der Regel 500—1000 Individuen, Minimum: 245), die überhaupt sehr gute Übereinstimmung, zwischen den entsprechenden Prozentzahlen der einzelnen Stichproben beweist jedoch, dass sie immer gross genug war, um für meine Zwecke ganz hinreichend sichere Ergebnisse zu ermöglichen.



selbe tatsächlich auch innerhalb der entsprechenden Zahlengrenzen fiel, es scheint mir aber dennoch wichtig zu sein, eine ungefähre Vorstellung davon zu geben, welche Bedeutung ich den verschiedenen Bezeichnungen beilege. Im speziellen Teil wird für mehrere Teiche eine Zusammenstellung derjenigen Planktontiere, die im Jahre 1918 wenigstens zu irgendeiner Zeit eine etwas beträchtlichere Rolle im Plankton des betreffenden Teiches spielten, mitgeteilt. Hierbei wird die relative Bedeutung der einzelnen Formen durch Sterne angedeutet. Vier Sterne werden nur dann benutzt, wenn eine Art langandauernd eine vorherrschende oder dominierende Rolle gespielt hat. Formen ohne Sterne sind entweder nur während einer kurzen Zeit bei gleichzeitig geringer Gesamtplanktonmenge vorherrschend gewesen, oder auch sind sie während einer längeren Zeit zwar nicht selten, aber auch nicht zahlreich gewesen.

## Die Teiche bei Aneboda.

### Allgemeine Angaben über die Teichwirtschaft bei Aneboda.

Die teichwirtschaftliche Versuchsstation Aneboda ist in der Provinz Småland im südschwedischen Hochlande, auf ca 57°8' n. Br. und etwa 200 M über dem Meere gelegen.

Die Teiche liegen in einem langgestreckten, in nord-südlicher Richtung verlaufenden und teilweise von Rollsteinrücken begrenzten Tale einer typischen Moränenlandschaft.

Die gesamte Teichfläche umfasst etwa 38 ha, wovon ca 1,5 ha von Winter-Laich- und Hälterteiche eingenommen werden. Die regelmässig im Sommer gespannten eigentlichen Abwachsteiche<sup>1</sup> sind 19 an Zahl und nicht, wie man sich wohl gewöhnlich die Teiche einer Versuchsstation vorstellt, von annähernd gleicher Grösse und Gestalt, sondern sehr ungleich gross und meistens auch von unregelmässiger Form. Von den 19 Abwachsteichen sind hauptsächlich nur 12 in die Untersuchung hineinbezogen worden. Von diesen hier allein in Frage kommenden Teichen sind zwei ganz klein, 0,057 bzw. 0,082 ha. Die Grösse der übrigen schwankt zwischen 0,314 und 6,0 ha.

Der Boden ist überall Moorboden, in den verschiedenen Teichen jedoch teilweise von verschiedenem Charakter.

Die hier zu berücksichtigenden Teiche werden hauptsächlich von einem, von einem höher gelegenen See kommenden Bache gespeist. Da dieser Bach oberhalb der Teichwirtschaft durch grosse Hochmoore fliesst ist das Wasser desselben typisches Moorwasser von rotbrauner Farbe. Sowohl der Boden, wie das Wasser der Teiche

---

<sup>1</sup> Zwei ganz kleine Vorstreckteiche, die als solche nicht mehr benutzt werden, sind hier unter den Abwachsteichen mitgerechnet.

ist von Natur aus ausserordentlich arm an Kalk, Kali und Phosphorsäure, dagegen ziemlich eisenhaltig<sup>1</sup>. Durch Kalkung und Düngung sowie durch Fütterung der Fische ist aber in vielen Teichen wenigstens in gewissen Jahren die ursprüngliche Beschaffenheit des Wassers und des Bodens mehr oder weniger verändert worden. Besonders hat die Fütterung mit Fischmehlmischungen oft eine sehr kräftige Düngwirkung ausgeübt, und im Sommer 1918 von G. AHLGREN (1) nach der Methode von Clark ausgeführte Bestimmungen der Wasserhärte in gekalkten und ungekalkten Teichen, zeigen deutlich, dass Kalkung des Teichbodens wenigstens im ersten Sommer einen ziemlich grossen, der Grösse der Kalkgabe ziemlich proportionalen Einfluss auf den Kalkgehalt des Wassers hat. Während die Wasserhärte in dem die Teiche speisenden Bache und in den ungekalkten Teichen sich zwischen 0,6 und 0,9 deutschen Härtegraden bewegte, betrug dieselbe in dem mit etwa 5000 kg gebranntem Kalk pro ha behandelten Teich Nedre Hållsdammen 2,9 und in dem mit beinahe 9000 kg pro ha gekalkten Stenfälledammen N:o 7 sogar 5,1 Härtegrade.

In ihrem Naturzustande sind die Anebodateiche ausserordentlich arm an Phytoplankton, das ausserdem beinahe ausschliesslich aus nanoplanktonischen Formen sich zusammensetzt. Wasserblüten kommen niemals vor. Nur wenn die Teiche in irgendeiner Weise erheblich gedüngt werden, können die Nanoplanktonalgen sich massenhaft entwickeln und Vegetationstrübungen oder Färbungen des Wassers veranlassen. In Bezug auf diese Verhältnisse verweise ich auf die Publikationen von NAUMANN (47—49, 51, 54), der seit vielen Jahren die Phytoplanktonproduktion der Anebodateiche eingehend studiert hat.

Die Abwachsteiche in Aneboda werden in der Regel alljährlich im Herbst abgefischt und über Winter trockengelegt. Wo dies ausnahmsweise nicht der Fall gewesen war, wird das im speziellen Bericht über die einzelnen Teichobjekte besonders hervorgehoben.

Aus der Karte ist die Lage der hier in Frage kommenden Teiche im Gesamtkomplex aller Teiche der Versuchsstation ersichtlich.

Des Näheren über Beschaffenheit, Vegetation, Wasserversorgung und Bewirtschaftung der einzelnen Teiche wird bei der speziellen Besprechung derselben berichtet.

### **Teich Nedre Hållsdammen.**

*Areal: 0,46 ha.*

Der Teich liegt zwischen den Teichen Övre Hållsdammen und Övre Sägdammen. Vom erstgenannten Teich bekommt er das Wasser und in den letztgenannten wird er bei den Abfischungen wieder abgelassen. Der Övre Hållsdammen bekommt sei-

---

<sup>1</sup> Ausführlichere Beschreibungen der topographischen Verhältnisse sowie der Boden- und Wasserbeschaffenheit im Bereich der Versuchsstation finden sich bei E. HAGLUND (23) und OSC. NORDQVIST (57).

nerseits sein Wasser zum Teil vom vorbeifliessenden Bache, zum Teil aber auch aus den angrenzenden Wäldern.

Die Lage des Teiches ist eine sonnige und die Tiefe gering, durchschnittlich kaum mehr als 0,5 M.

Die Vegetation ist meistens mässig entwickelt gewesen und bestand im Sommer 1918 aus zerstreuten Beständen von Riedgräsern (*Carex*), *Potamogeton natans* und *Nuphar luteum* mit dazwischenliegenden vegetationsfreien Wasserflächen.

Der Teich wurde im Jahre 1908 angelegt und war im Sommer 1909 zum erstenmal bespannt. Seit dieser Zeit ist er jeden Sommer bespannt und jeden Winter — mit Ausnahme des Winters 1911—1912 — trocken gewesen. Bei mildem Wetter und starkem Wasserzufluss kommt aber zuweilen auch im Winter vor, dass sich ein wenig Wasser über dem Teichboden ansammelt.

Im Winter 1910 wurde der Teich mit 2000 kg gebranntem Kalk pro ha behandelt und im Winter und Frühjahr 1918 wurde wieder gekalkt, diesmal mit einer Menge, die etwa 5000 kg gebranntem Kalk pro ha entsprach.

In den Sommern 1912—1915 sowie im Sommer 1920 wurde im Teich gefüttert. Das Futter bestand immer zum grösseren oder geringeren Teil aus Fischmehl.

## Das Zooplankton.

### 1910.

Im Sommer 1910 wurden viermal — 20. VI, 23. VI, 14. VII und 15. VIII — quantitative Volumbestimmungen des Planktons dieses Teiches gemacht (vergl. Methodik, S. 9). Die ermittelten Rohvolumina waren, auf 1 cbm Wasser umgerechnet, folgende:

|           |              |  |
|-----------|--------------|--|
| 20. VI.   | ca 360 ccm . | Wasser an einer einzigen Stelle im Teiche geschöpft. |
| 23. VI.   | » 20 » .     | » » 4 verschiedenen Stellen » » »                    |
| 14. VII.  | » 65 » .     | » » » » » » »  |
| 15. VIII. | » 104 » .    | » » » » » » »  |

Am 23. VI war das Filtrat stark, am 14. VII etwas mit Detritus vermengt. Die Probe vom 20. VI bestand fast ausschliesslich aus *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER. *Polyphemus pediculus* L. kam nur vereinzelt vor.

Auch in den Proben vom 14. VII und 15. VIII war *Daphnia longispina* vorherrschend. Am 14. VII wurde ausserdem nur *Polyphemus*, am 15. VIII *Polyphemus*, *Schapholeberis mucronata* O. F. MÜLLER und *Cyclops* sp. notiert.

Obwohl ausser den erwähnten sicher noch viele anderen Zooplanktonten im Teiche vorkamen, geht aus den hier gemachten Angaben doch deutlich hervor, dass *Daphnia longispina* in den Sommermonaten des Jahres 1910 im Zooplankton dieses Teiches als wesentlich charakterbestimmende Form auftrat. Da zum Filtrieren des Wassers ein feinmaschiges Müllernetz (vergl. Methodik S. 9) benutzt wurde, kann ferner geschlossen werden, dass Rotatorien im Sommerplankton des Teiches keine Rolle spielten.



## 1918.

Der Teich wurde im Frühjahr 1918 etwa in der ersten Woche von April aufgestaut und war jedenfalls schon am 10. IV vollbespannt. Nachdem war er den ganzen April gut mit Wasser gefüllt, später aber vielen Wasserstandschwankungen unterworfen. Da diese für die Beurteilung der Planktonentwicklung von Bedeutung sein können, dürften folgende Angaben hier am Platze sein:

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 12. V. Wasserstand etwas gesunken. | 12. VII. Wasserstand ziemlich niedrig. |
| 19. V. Teich wieder vollbespannt.  | 17. VII. Teich wieder vollbespannt.    |
| 3. VI. Wasserstand etwas gesunken. | 4. VIII. Wasserstand viel gesunken.    |
| 28. VI. » sehr hoch.               | 20. VIII. » niedrig.                   |
|                                    | 22. VIII. » sehr hoch.                 |

Zwischen 4. VIII und 20. VIII war der Wasserstand wahrscheinlich einmal höher gewesen.

Im Jahre 1918 wurden an folgenden Tagen insgesamt 16 Oberflächenproben mit dem Griesgazenetz N:o 60 genommen:

|                                |                  |                    |
|--------------------------------|------------------|--------------------|
| 24. IV. 1 Probe <sup>1</sup> . | 1. VI. 2 Proben. | 4. VIII. 2 Proben. |
| 11. V. » »                     | 14. VI. » »      | 22. VIII. » »      |
| 23. V. 2 Proben.               | 15. VII. » »     | 17. IX. » »        |

Folgende Formen <sup>2</sup> spielten während kürzerer oder längerer Zeit im Plankton eine Rolle <sup>3</sup>:

|  |   |
|--|---|
| **** <i>Daphnia longispina</i> O. F. MÜLLER    | <i>Bosmina longirostris</i> O. F. MÜLLER    |
| ** <i>Polyphemus pediculus</i> L.              | <i>Cyclops Leuckarti</i> CLAUS              |
| * <i>Diaphanosoma brachyurum</i> LIÉVIN        | <i>Scapholeberis mucronata</i> O. F. MÜLLER |
| * <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> O. F. MÜLLER | <i>Conochilus volvox</i> EHRLG.             |

Wie im Sommer 1910, so wurde das Zooplankton dieses Teiches auch 1918 vor allem durch das massenhafte Vorkommen von *Daphnia longispina* charakterisiert. Diese Art kam schon im April im Plankton vor, wurde dann im Mai immer zahlreicher und war im Oberflächenplankton wenigstens vom 1. VI — in tieferen Wasserschichten vermutlich schon früher — ununterbrochen bis zum Ende des Sommers die zahlreichste, oft stark vorherrschende oder dominierende Form.

An zweiter Stelle ist *Polyphemus* zu nennen. Diese Form war schon am 11. V häufig, am 23. V im Oberflächenplankton geradezu vorherrschend und auch am 1. VI,

<sup>1</sup> Wenn in dieser Arbeit für einen Fangtag nur eine Probe angegeben ist und diese nicht als »Sammelprobe« bezeichnet wird, stammt sie immer aus einer einzigen Stelle im Teiche. Kommen zwei oder mehrere Proben am selben Tage vor, sind sie an ebensovielen verschiedenen Stellen oder auch in verschiedenen Wassertiefen genommen.

<sup>2</sup> Im Frühjahr (24. IV—11. V) war vermutlich auch *Synchaeta* sp. verhältnismässig stark im Plankton vertreten. Mit dem benutzten Griesgazenetz konnte dies jedoch nicht festgestellt werden.

<sup>3</sup> Betreffs der hier gebrauchten Abundanzbezeichnungen vergl. Seite 12.

wo die Zooplanktonmenge schon ganz beträchtlich war, sehr stark vertreten. Wahrscheinlich war etwa die letzte Woche im Mai die Zeit ihrer maximalen Entwicklung. Dann nahm sie Mitte Juni an Zahl ab, war aber immer noch ziemlich häufig. Wegen der sehr ungleichmässigen horizontalen Verteilung, welche diese Art an allen späteren Fangtagen zeigte, fällt es schwer, über ihre Bedeutung für das Gesamtzooplankton des Teiches im Juli und August Klarheit zu gewinnen. Am ehesten scheint sie aber von Mitte Juli bis Anfang August wieder an Zahl etwas zugenommen zu haben. Gegen Ende August war jedoch ihre Rolle definitiv ausgespielt. Am 22. VIII wurde nämlich *Polyphemus* nur an dem einen Fangplatz vereinzelt, am 17. IX überhaupt nicht mehr gefunden.

*Diaphanosoma* wurde zum erstenmal am 1. VI beobachtet, nahm dann rasch an Zahl zu und war schon am 14. VI sehr stark im Plankton vertreten, der *Daphnia* an Bedeutung nahe kommend. Das massenhafte Vorkommen dieser Form scheint aber nur von kurzer Dauer gewesen zu sein. Mitte Juli war sie jedenfalls nur vereinzelt, im August wohl etwas häufiger aber immer noch ziemlich spärlich (wenigstens im Oberflächenplankton) zu finden. In den Septemberproben wurde *Diaphanosoma* nicht mehr gefunden.

*Ceriodaphnia* wurde zum erstenmal am 4. VIII vereinzelt gesehen, am 22. VIII war sie ziemlich stark vertreten und kam noch am 15. IX vereinzelt vor. Da diese Art sich gern etwas tiefer im Wasser einstellt, ist es möglich, dass zur Zeit ihrer maximalen Entwicklung ihre Bedeutung noch etwas grösser war, als die Oberflächenproben zeigten.

*Bosmina longirostris* trat nur im April und Anfang Mai, wo die Planktonmenge im Teiche noch ganz gering war, etwas stärker hervor. Später war sie beinahe gänzlich aus dem Plankton verschwunden und kam nur hin und wieder ganz vereinzelt zu Gesicht.

*Cyclops Leuckarti* wurde auch schon am 24. IV festgestellt und kam nur im Frühjahr (besonders in den Proben vom 23. V) in etwas grösserer Zahl vor. Im Hochsommer wurde er gänzlich vermisst, trat aber gegen Ende August wieder spärlich auf.

*Scapholeberis mucronata* kam nur einmal im Sommer (15. VII) und auch damals nur an dem einen der beiden benutzten Fangplätze zahlreich vor. Aber dort war sie geradezu etwas zahlreicher als *Daphnia*. Es handelte sich hierbei offenbar um ein lokales, vielleicht sogar ganz zufälliges Ausschwärmen der Tiere über die Wasseroberfläche von den Vegetationsbezirken aus.

*Conochilus volvox* kam am 23. V und 1. VI in ziemlicher Menge vor, wurde aber sonst nie gesehen.

## 1920.

Vom Sommer 1920 habe ich nur zwei am 9. VII bzw. 27. VII mit dem Müllergazennetz N:o 12 genommene Sammelproben.

Am erstgenannten Tage waren *Daphnia longispina* und *Bosmina longirostris* sehr häufig, *B. obtusirostris* häufig und ausserdem noch *Diaphanosoma brachyurum* wenigstens ziemlich häufig. *Ceriodaphnia quadrangula* und *Polyphemus* waren zwar spärlich, aber doch nicht selten.

Am 27. VII waren *Bosmina longirostris* sehr häufig, *B. obtusirostris* und *Daphnia longispina* häufig, *Polyphemus* und *Diaphanosoma* ziemlich häufig, *Ceriodaphnia quadrangula* spärlich oder ziemlich häufig.

Diese Befunde genügen ganz um zu zeigen, dass die in den Sommern 1910 und 1918 in diesem Teiche andauernd vorherrschende oder dominierende *Daphnia* im Sommer 1920 von den *Bosmina*-Arten und ganz besonders von *B. longirostris* sehr stark zurückgedrängt wurde.

### Teich Övre Sâgdammen.

Areal: 0,314 ha.

Der Övre Sâgdammen wurde im Jahre 1909 vom oberen Teil des (im Jahre 1908 angelegten) vorher ungeteilten Teiches Sâgdammen durch einen Querdamm abgetrennt. Die Wasserversorgung erfolgt ausschliesslich durch den vorher besprochenen Teich Nedre Hållsdammen.

Die Lage ist zugleich geschützt und sonnig. Die grösste Tiefe ist bei hohem Wasserstande nur wenig mehr als 1 m, und durchschnittlich mag dieselbe kaum mehr als 0,4—0,5 m betragen.

Die Vegetation entwickelt sich schon seit vielen Jahren übermässig stark und lässt, wenn sie nicht entfernt wird, im Hochsommer nur eine verhältnismässig kleine vegetationsfreie Wasserfläche übrig. Es sind hier aber nicht Riedgräser, sondern vor allem *Potamogeton natans* an die Verkrautung schuld.

Der Teich ist immer im Sommer bespannt, im Winter trocken gewesen, wenn auch ab und zu im Winter auch hier ein wenig Wasser sich auf der Teichsohle ansammelt.

Im Winter 1910 wurde auch dieser Teich gekalkt (etwa 2000 kg gebrannter Kalk pro ha und später im Frühjahr noch mit 446 kg Kainit pro ha gedüngt. Die Kalkung wurde in den Jahren 1917 und 1918 wiederholt, und war beidemal auch die Kalkmenge annähernd die gleiche wie 1910. Im Jahre 1918 bekam der Teich mehrmals im Vorsommer eine Art Gründüngung mit abgeschnittenem Gras (*Carex* und *Glyceria*), und ausserdem wurde die reichliche Vegetation von *Potamogeton natans* am 11 Juni unter Wasser abgeschnitten. Hierdurch wurde aber der Vegetationszustand des Teiches kaum merklich verändert, da die abgeschnittenen *Potamogeton*-Massen an ihrem Platz blieben und weiter fortlebten. Erst am 16 Juli wurden diese Pflanzenmassen zum Teil aus dem Wasser entfernt, was wenigstens eine Zeitlang die Wasserfläche teilweise von dem überaus lästigen Unkraut befreite. Fütterung der Fische ist in den Sommern 1912—1915 und 1920 vorgekommen. Auch für diesen Teich stammt das Planktonmaterial aus den Jahren 1910, 1918 und 1920.



## Das Zooplankton.

1910.

An denselben Tagen und in derselben Weise, wie im vorigen Teiche, wurden auch in diesem im Sommer 1910 quantitative Volumbestimmungen des Planktons gemacht. Die hierbei ermittelten Rohvolumina waren, auf 1 cbm Wasser umgerechnet, folgende:

|           |        |      |  |
|-----------|--------|------|--|
| 20. VI.   | ca 100 | ccm. | Wasser an einer einzigen Stelle im Teiche geschöpft. |
| 23. VI.   | » 21   | »    | » » 4 verschiedenen Stellen » » »                    |
| 14. VII.  | » 118  | »    | » » 3 » » » » »                                      |
| 15. VIII. | » 21   | »    | » » 4 » » » » »                                      |

Am 23. VI und 15. VIII war das Plankton ziemlich stark mit Detritus vermengt.

Für 20. VI sind in meinen Notizen *Daphnia longispina* und *Ceriodaphnia sp.* als die hauptsächlichsten Vertreter des Zooplanktons angegeben. Am 23. VI soll keine besondere Art dominierend gewesen sein; *Daphnia longispina* wird aber als die am meisten charakteristische Form bezeichnet. Ausser *Daphnia* wurden *Ceriodaphnia sp.*, *Polyphemus pediculus*, *Scapholeberis mucronata* und *Cyclops sp.* notiert. Am 15 August war *Daphnia longispina* die vorherrschende Art. Daneben kamen in geringerer Zahl *Cyclops sp.*, *Ceriodaphnia sp.* und *Scapholeberis mucronata* vor.

Über das Vorkommen von Rotatorien ist in meinen Aufzeichnungen vom Jahre 1910 nichts erwähnt.

1918.

Hinsichtlich der Bespannung des Teiches im Frühjahr und der periodischen Schwankungen des Wasserstandes in der späteren Sommerzeit gelten dieselben Angaben, welche für den vorherbesprochenen Teich gemacht sind.

Im Jahre 1918 wurden in der Zeit zwischen 18. IV und 15. IX insgesamt 13 Planktonproben mit dem Griesgazenetz N:o 60 genommen. Die einzelnen Fangtage sowie die relativen Planktonmengen, welche die verschiedenen Proben repräsentieren, sind aus folgenden Angaben ersichtlich. Die Angaben über die Planktonvolumina beziehen sich auf 10, nahe an der Oberfläche mit dem Stocknetz gemachten, etwa gleich langen Zügen (vergl. Methodik S. 10).

|        |             |         |         |           |          |           |
|--------|-------------|---------|---------|-----------|----------|-----------|
| 18. IV | höchstens   | 0,1 ccm | 14. VI  | ca 20 ccm | 4. VIII  | ca 13 ccm |
| 24. IV | weniger als | 0,5 »   | 7. VII  | » 32,5 »  | 22. VIII | » 7 »     |
| 11. V  | » »         | 0,5 »   | 7. VII  | » 17 »    | 15. IX   | » 1,5 »   |
| 1. VI  | ca          | 14,5 »  | 15. VII | » 2,5 »   |          |           |
| 1. VI  | »           | 3,5 »   | 15. VII | » 3,5 »   |          |           |

Folgende Formen spielten während kürzerer oder längerer Zeit im Plankton eine Rolle<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> Betreffs *Synchæta sp.* siehe die Note S. 15.

*Daphnia longispina* O. F. MÜLLER*Polyphemus pediculus* L.*Diaphanosoma brachyurum* LIÉVIN*Scapholeberis mucronata* O. F. MÜLLER*Bosmina longirostris* O. F. MÜLLER*Cyclops strenuus* FISCHER*C. Leuckarti* CLAUS.

Das Plankton dieses Teiches im Sommer 1918 kann als ein sehr ausgesprochenes *Daphnia longispina*-Plankton bezeichnet werden, denn diese Art dominierte allein und vielfach sehr stark in der ganzen Zeit vom 14. VI bis zur Ende des Sommers (15. IX). Nur in einer einzigen Probe (die eine Probe vom 15. VII) aus diesem langen Zeitabschnitt, wurde *Daphnia* — obschon immer noch als die zahlreichste — nicht als die absolut dominierende Art bezeichnet, was von einer augenscheinlich ganz zufälligen, lokalen Anhäufung von *Scapholeberis mucronata* bedingt wurde. An dem anderen Fangplatze desselben Tages wurde *Scapholeberis* überhaupt nicht beobachtet und *Daphnia* wiederum als die dominierende Art befunden. In einigen Proben dürfte *Daphnia* wenigstens 95 Prozent aller Zooplanktonindividuen ausgemacht.

Ausser *Daphnia* spielten im grossen ganzen eigentlich nur noch *Polyphemus pediculus* und *Diaphanosoma brachyurum* eine einigermassen bedeutende Rolle. Zwar war *Bosmina longirostris* in der allerersten Besspannungszeit (18. IV—11. V) die vielleicht am meisten charakteristische Art des Zooplanktons, und auch *Cyclops strenuus* und *C. Leuckarti* waren zu dieser Zeit verhältnismässig häufig, aber abgesehen von der Kürze dieser Periode, war auch die absolute Planktonmenge des Teiches während derselben so ausserordentlich gering, dass von einer allgemeineren Bedeutung der damals vorherrschenden Arten nicht die Rede sein kann.

*Polyphemus* kam vereinzelt schon am 18. IV als junge Individuen vor. Am 1. VI erreichte er wahrscheinlich etwa sein Maximum, indem er an beiden an diesem Tage benutzten Fangplätzen im Oberflächenplankton etwa ebenso zahlreich wie *Daphnia* vorkam. Später scheint er an Zahl abgenommen zu haben und war — nach meinem allerdings nicht ausreichenden Material zu schliessen — Ende Juni und Anfang Juli ziemlich schwach vertreten, um dann wieder (in den Proben vom 15. VII) etwas zahlreicher zu werden. In der Probe vom 4. VIII wurde er nur vereinzelt, in derjenigen vom 15. IX überhaupt nicht vorgefunden. *Diaphanosoma* wurde zum erstenmal am 14. VI vereinzelt gesehen und scheint nur im eigentlichen Hochsommer etwas stärker vertreten gewesen zu sein.

## 1920.

Vom Jahre 1920 stehen mir fünf Proben, die alle Sammelproben aus verschiedenen Teilen des Teiches und verschiedenen Tiefen sind, zu Verfügung. Die zwei ersten wurden an zwei aufeinanderfolgenden Tagen genommen, das eine Mal (11. V) mit einem Netze aus Müllergaze N:o 12, das andere Mal (12. V) mit dem gröberen Griesgazenetz N:o 60. Die drei übrigen Proben wurden am 24. V, 9. VII bezw. 30. VII mit dem Müllernetz genommen.

In der ersten Hälfte des Mai, wo die Planktonmenge noch gering war, scheint *Synchæta pectinata* EHRLG die wichtigste Form gewesen zu sein. Verhältnismässig stark waren auch *Bosmina longirostris* und *Polyphemus pediculus* vertreten. Spärlich oder vereinzelt kamen *Daphnia longispina*, *Cyclops* sp. und *Polyarthra platyptera* EHRLG vor.

Am 24. V setzte sich das Plankton hauptsächlich aus folgenden Formen zusammen: *Bosmina longirostris*, *Polyphemus pediculus*, *Synchæta* sp. (vermutlich *pectinata*), *Conochilus volvox*, *Cyclops strenuus*, *C. Dybowski* LAUDE, *C. sp.* und *Daphnia longispina*. Keine einzige dieser Spezies trat besonders vor den übrigen hervor, doch dürften die vier erstgenannten etwas häufiger als die vier letztgenannten gewesen sein. Obwohl die Synchæten immernoch zahlreich im Plankton vorkamen, waren sie doch offenbar schon dabei von den Crustaceen überflügelt zu werden.

Die Zusammensetzung des Zooplanktons am 9. VII und 30. VII geht am besten aus folgenden Verzeichnissen hervor:

## 9. VII.

- \*\* *Bosmina longirostris* O. F. MÜLLER
- \*\* *Polyphemus pediculus* L.
- \*\* *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER
- \* *Cyclops* sp. (junge Individuen u. Nauplien)
- \* *Diaphanosoma brachyurum* LIÉVIN
- \* *Bosmina obtusirostris* SARS
- Cyclops Leuckarti* CLAUS
- C. serrulatus* FISCHER
- Ceriodaphnia megops* SARS
- C. pulchella* SARS
- Scapholeberis mucronata* O. F. MÜLLER

## 30. VII.

- \*\*\* *Bosmina longirostris* O. F. MÜLLER
- \*\* *B. obtusirostris* SARS.
- \*\* *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER
- \* *Diaphanosoma brachyurum* LIÉVIN
- \*) *Ceriodaphnia quadrangula* O. F. MÜLLER
- \*) *C. pulchella* SARS
- Polyphemus pediculus* L.
- Cyclops Dybowski* LAUDE
- C. Leuckarti* (?) CLAUS
- Chydorus* sp.
- Sida crystallina* O. F. MÜLLER

Aus diesen Verzeichnissen geht hervor wie die im Jahre 1918 in diesem Teiche stark dominierende *Daphnia longispina* im Sommer 1920 immer mehr von den *Bosmina*-Arten und besonders von *Bosmina longirostris* zurückgedrängt wurde. Am 30. VII macht *Bosmina longirostris* wenigstens 50 vielleicht sogar 60 % der gesamten Individuenzahl des Zooplanktons aus. Trotzdem spielte aber *Daphnia* immer noch eine ganz beträchtliche Rolle. *Polyphemus pediculus*, der am 9. VII noch häufig vorkam, war am 30. VII nur noch spärlich vertreten. Noch spärlicher kamen am letztgenannten Tage die *Cyclops*-Arten vor. Am 9. VII waren dagegen Nauplien und ganz junge Individuen einer *Cyclops*-Art ziemlich häufig. Einige spärlich vorkommende grössere (zum Teil erwachsene) Individuen wurden als *Cyclops Leuckarti* bestimmt, und scheint es mir sehr wahrscheinlich dass auch die Mehrzahl der jungen Tiere zu dieser Spezies gehörte. Von besonderem Interesse ist, dass keine einzige Rotatorie in diesen Hochsommerproben zu finden waren.



### Teich Nedre Sâgdammen.

*Areal: 0,847 ha.*

Dieser Teich entspricht dem unteren Abschnitt des im Jahre 1908 angelegten Teiches Sâgdammen, der im folgenden Jahr durch einen Querdamm in zwei Teiche geteilt wurde. Er ist der unterste in einer Reihe von vier Teichen und wird dementsprechend durch Vermittelung der drei anderen vorher erwähnten Teiche mit Wasser gespeist. Er ist immer im Sommer bespannt und im Winter trocken gewesen.

Im Winter 1910 wurde auch dieser Teich mit etwa 2000 kg gebranntem Kalk pro ha behandelt und am 1 April noch mit 354 kg Kainit und ebensoviel Thomasschlacke gedüngt. Im Jahre 1917 wurde zum zweiten Mal (mit ca 2000 kg pro ha) gekalkt und ausserdem im Vorsommer eine Gründüngung mit abgeschnittenem Teichgras (*Carex* und *Glyceria*) gegeben. In den Jahren 1912—1915 wurde gefüttert. Seitdem Jahre 1917 ist im Teiche weder gekalkt, noch gedüngt oder gefüttert worden.

Die vegetationslose freie Wasserfläche ist in dem Nedre Sâgdammen bis in die letzte Zeit ziemlich gross, etwa  $\frac{2}{3}$  der gesamten Teichfläche, gewesen. Vor allem waren früher die Unterwasser- und Schwimmblätterpflanzen (*Potamogeton natans* u. a.) die den benachbarten Övre Sâgdammen im Sommer zum grossen Teil ganz ausfüllen, hier nur spärlich entwickelt. Die seichteren Teichpartien sind jedoch immer ziemlich reichlich, im allgemeinen aber nicht dicht, mit *Carex* und *Glyceria* bewachsen gewesen, und im allerletzten Sommer (1920) hat auch *Potamogeton natans* viel an Terrain gewonnen, obschon von einer Verkräutung noch keine Rede sein kann.

Das Planktonmaterial von diesem Teiche stammt aus den Jahren 1910 und 1917—1920. In den Jahren 1917 und 1919 wurde allerdings nur je zweimal Planktonfänge gemacht, die aber immerhin für die Beurteilung der Veränderlichkeit bezw. Konstanz des Zooplanktonbestandes im Laufe der Jahre von gewissem Interesse sind.

### Das Zooplankton.

#### 1910.

Die bei den quantitativen Bestimmungen ermittelten Rohvolumina waren, auf 1 cbm Wasser umgerechnet, folgende:

|           |            |        |                          |                           |            |
|-----------|------------|--------|--------------------------|---------------------------|------------|
| 20. VI.   | ca 100 ccm | Wasser | an einer einzigen Stelle | im Teiche                 | geschöpft. |
| 23. VI.   | » 166      | »      | »                        | » 4 verschiedenen Stellen | »          |
| 14. VII.  | » 169      | »      | »                        | »                         | »          |
| 15. VIII. | » 46       | »      | »                        | »                         | »          |

Da die Probe vom 15. VIII sich etwa zur Hälfte aus Volvoxkolonien zusammensetzte, mag das tierische Plankton an diesem Tage nur 20—25 ccm betragen haben.

An allen den genannten Tagen war *Daphnia longispina* die vorherrschende oder — nach meinen nur ganz summarischen Notizen vom Jahre 1910 zu schliessen — vielleicht sogar stark dominierende Form. Nur für 23. VI werden noch einige andere Formen (*Bosmina* sp., *Polyphemus*, *Cyclops* sp.) als spärlich vorkommend erwähnt.

### 1918.

Der Teich wurde im Frühjahr 1918 zur selben Zeit wie die beiden vorigen aufgestaut und war wie diese etwa am 10. IV schon vollbespannt. Der Wasserstand war dann in April und Mai ziemlich normal oder hoch. Die späteren Schwankungen des Wasserstandes waren in diesem Teiche nicht so gross, wie in den beiden vorherbesprochenen. Doch kamen auch hier wenigstens zwei Perioden (Anfang Juli und Anfang August) ziemlich niedrigen Wasserstandes vor.

Die verschiedenen Planktonfänge, die, wenn mehrere am selben Tage vorkommen, an verschiedenen Stellen im Teiche oder auch in verschiedenen Wassertiefen gemacht wurden, sowie die jedesmal in 10 Netzzügen (Griesgazenetz) erhaltenen Planktonvolumina gehen aus nachfolgender Zusammenstellung hervor. Die Proben N:o 14, 16, 19 und 27 wurden in etwa 0,4—0,7 m Tiefe genommen, alle die übrigen an der Oberfläche.

|        |        |                      |         |         |                |         |          |           |
|--------|--------|----------------------|---------|---------|----------------|---------|----------|-----------|
| N:o 1. | 17. IV | weniger als 0,1 ccm. | N:o 10. | 14. VI  | ca 11 ccm.     | N:o 19. | 19. VII  | ca 4 ccm. |
| » 2.   | 18. IV | ca 0,5 »             | » 11.   | 14. VI  | » 6 »          | » 20.   | 21. VII  | » 20 »    |
| » 3.   | 24. IV | » 0,5 »              | » 12.   | 7. VII  | » 24,5 »       | » 21.   | 4. VIII  | » 22 »    |
| » 4.   | 30. IV | » 16 »               | » 13.   | 7. VII  | » 5 »          | » 22.   | 4. VIII  | » 6,5 »   |
| » 5.   | 11. V  | » 6 »                | » 14.   | 7. VII  | » 7 »          | » 23.   | 22. VIII | » 13 »    |
| » 6.   | 11. V  | » 7,5 »              | » 15.   | 15. VII | » 5 »          | » 24.   | 22. VIII | » 13 »    |
| » 7.   | 19. V  | » 5 »                | » 16.   | 15. VII | — <sup>1</sup> | » 25.   | 22. VIII | » 13,5 »  |
| » 8.   | 1. VI  | » 6 »                | » 17.   | 15. VII | » 6,5 »        | » 26.   | 15. IX   | » 2 »     |
| » 9.   | 1. VI  | » 3,5 »              | » 18.   | 19. VII | » 16 »         | » 27.   | 15. IX   | » 2 »     |

Folgende Formen spielten während kürzerer oder längerer Zeit im Plankton eine Rolle:

\*\*\*\* *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER  
 \*\* *Polyphemus pediculus* L.  
 \* *Bosmina longirostris* O. F. MÜLLER  
 \* *Cyclops Leuckarti* CLAUS  
 \* *C. strenuus* FISCHER

\* *Diaptomus castor* JURINE  
*Chydorus sphaericus* O. F. MÜLLER  
*Scapholeberis mucronata* O. F. MÜLLER  
*Bosmina obtusirostris* SARS  
*Conochilus volvox* EHRBG

In der ersten Bespannungszeit im Frühjahr herrschten *Cyclops strenuus*, *Diaptomus castor* und *Bosmina longirostris* im Plankton vor. Wenigstens während eines grossen Teils dieser an sich kurzen Zeit war aber die absolute Planktonmenge im Teiche nur sehr gering. Der sehr beträchtliche Planktonfang am 30. IV war vermutlich von einer starken lokalen Anhäufung von *Cyclops strenuus* und *Diaptomus castor* bedingt.

Schon am 11. V begann *Daphnia longispina* stärker im Plankton hervorzutreten, und danach behauptete diese Art bis zum Ende des Sommers (15. IX) ununter-

<sup>1</sup> Auch hier wurde ein 5 ccm betragender Bodensatz erhalten. Da aber dieser sehr viel Schlamm und Detritus enthielt, war die wirkliche Zooplanktonmenge sicher viel geringer.

brochen den ersten Rangplatz unter den Zooplanktonten im Teiche. Wohl war *Polyphemus pediculus* in einigen Proben ebenso stark, in der einen Probe vom 1. VI sogar viel stärker, als *Daphnia* vertreten, aber dabei darf nicht vergessen werden, dass *Polyphemus* sich meistens nur nahe an der Oberfläche aufhält, während *Daphnia* auch die tieferen Wasserschichten bevölkert und dazu noch viel weniger als *Polyphemus* zu lokalen Schwarmbildungen neigt. Immerhin spielte auch *Polyphemus* von Mitte Mai bis Ende August eine hervortretende Rolle im Oberflächenplankton und muss daher zweifellos als die zweite Stelle unter den Zooplanktonten des Teiches einnehmend betrachtet werden.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Zooplanktoncharakter des Teiches Nedre Sâgdammen (1918), demjenigen der beiden vorher besprochenen Teiche im grossen ganzen sehr ähnlich war. *Cyclops Leuckarti* war nur im August ziemlich häufig. In der späteren Hälfte dieses Monats trat auch *Bosmina longirostris*, die während des Sommers nur ganz vereinzelt im Plankton vorkam, von neuem wieder stärker hervor. *Chydorus sphaericus* wies auch als Komponent des Zooplanktons zwei, jedoch nur sehr unbedeutende Maxima auf, das eine im Mai bis Anfang Juni, das andere im September. Er trat aber in etwas grösserer Zahl immer nur an dem einen (dem seichterem) der beiden an den entsprechenden Tagen benutzten Fangplätze auf, scheint also horizontal sehr ungleichmässig verteilt gewesen.

Die hier unten mitgeteilten Ergebnisse der Zählung von 10 während der eigentlichen Sommerzeit genommenen Proben, geben eine genauere Vorstellung von der relativen Bedeutung der verschiedenen Komponenten des Zooplanktons.

## 1. VI.

| Probe N:o 8                                 |                   | Probe N:o 9                       |                   |
|---|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....             | 593 St. = 84,7 %  | <i>Polyphemus pediculus</i> ..... | 330 St. = 74,5 %  |
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....           | 74 » = 10,6 »     | <i>Daphnia longispina</i> .....   | 39 » = 8,8 »      |
| <i>Chydorus sphaericus</i> .....            | 8 » = 1,1 »       | <i>Conochilus volvox</i> .....    | 28 » = 6,3 »      |
| <i>Conochilus volvox</i> <sup>1</sup> ..... | 5 » = 0,7 »       | <i>Clydorus sphaericus</i> .....  | 14 » = 3,2 »      |
| <i>Andere Formen</i> .....                  | 20 » = 2,9 »      | <i>Andere Formen</i> .....        | 32 » = 7,2 »      |
|   | 700 St. = 100,0 % |                                   | 443 St. = 100,0 % |

## 14. VI.

| Probe N:o 10                      |                  | Probe N:o 11                      |                   |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....   | 400 St. = 50,1 % | <i>Daphnia longispina</i> .....   | 376 St. = 68,4 %  |
| <i>Polyphemus pediculus</i> ..... | 390 » = 48,9 »   | <i>Polyphemus pediculus</i> ..... | 160 » = 29,1 »    |
| <i>Andere Formen</i> .....        | 7 » = 0,9 »      | <i>Andere Formen</i> .....        | 14 » = 2,5 »      |
|                                   | 797 St. = 99,9 % |                                   | 550 St. = 100,0 % |

<sup>1</sup> Für *Conochilus* beziehen sich die Zahlen auf Gruppen von je 20 Einzelindividuen. Es wäre wohl richtiger gewesen die wirklich vorhandenen Kolonien zu zählen. Da aber diese in meinen Proben beinahe immer zersprengt waren, war ich genötigt die Einzelindividuen zu zählen und — um mit den übrigen Komponenten des Zooplanktons einigermaßen vergleichbare Werte zu erzielen — die gefundenen Zahlen zu reduzieren, indem je 20 Individuen als eine Einheit angenommen wurden. Nach COLLIN soll allerdings eine Kolonie von *Conochilus volvox* 60—100 Individuen enthalten, und wäre demnach vielleicht eine noch stärkere Reduktion angebracht gewesen. *Conochilus* kam nur am 1. VI in erwähnenswerter Menge vor.



## 7. VII.

## Probe N:o 12.

|                                    |     |               |
|------------------------------------|-----|---------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....    | 254 | St. = 64,3 %  |
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....  | 68  | » = 17,2 »    |
| <i>Scapholeberis mucronata</i> ... | 65  | » = 16,5 »    |
| <i>Andere Formen</i> .....         | 8   | » = 2,0 »     |
|                                    | 395 | St. = 100,0 % |

## Probe N:o 13.

|                                   |     |               |
|-----------------------------------|-----|---------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....   | 217 | St. = 70,0 %  |
| <i>Polyphemus pediculus</i> ..... | 85  | » = 27,4 »    |
| <i>Andere Formen</i> .....        | 8   | » = 2,6 »     |
|                                   | 310 | St. = 100,0 % |

## 19. VII.

## Probe N:o 18.

|                                   |     |              |
|-----------------------------------|-----|--------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....   | 292 | St. = 76,2 % |
| <i>Polyphemus pediculus</i> ..... | 87  | » = 22,7 »   |
| <i>Andere Formen</i> .....        | 4   | » = 1,0 »    |
|                                   | 383 | St. = 99,9 % |

## 21. VII.

## Probe N:o 20.

|                                   |     |               |
|-----------------------------------|-----|---------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....   | 722 | St. = 88,4 %  |
| <i>Polyphemus pediculus</i> ..... | 91  | » = 11,1 »    |
| <i>Andere Formen</i> .....        | 4   | » = 0,5 »     |
|                                   | 817 | St. = 100,0 % |

## 4. VIII.

## Probe N:o 21.

|                                   |     |               |
|-----------------------------------|-----|---------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....   | 503 | St. = 60,2 %  |
| <i>Polyphemus pediculus</i> ..... | 216 | » = 25,9 »    |
| <i>Cyclops Leuckarti</i> .....    | 95  | » = 11,4 »    |
| <i>Andere Formen</i> .....        | 21  | » = 2,5 »     |
|                                   | 835 | St. = 100,0 % |

## Probe N:o 22.

|                                    |     |              |
|------------------------------------|-----|--------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....    | 268 | St. = 54,1 % |
| <i>Polyphemus pediculus</i> ... .. | 117 | » = 23,6 »   |
| <i>Cyclops Leuckarti</i> .....     | 77  | » = 15,6 »   |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i>     | 9   | » = 1,8 »    |
| <i>Andere Formen</i> .....         | 24  | » = 4,8 »    |
|                                    | 495 | St. = 99,9 % |

## 22. VIII.

## Probe N:o 23.

|                                    |     |               |
|------------------------------------|-----|---------------|
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....  | 367 | St. = 45,5 %  |
| <i>Daphnia longispina</i> ..       | 356 | » = 44,2 »    |
| <i>Cyclops Leuckarti</i> .....     | 42  | » = 5,2 »     |
| <i>Scapholeberis mucronata</i> ... | 30  | » = 3,7 »     |
| <i>Andere Formen</i> .....         | 11  | » = 1,4 »     |
|                                    | 806 | St. = 100,0 % |

## Probe N:o 24.

|                                   |     |              |
|-----------------------------------|-----|--------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....   | 465 | St. = 54,3 % |
| <i>Bosmina longirostris</i> ..... | 204 | » = 23,8 »   |
| <i>Cyclops Leuckarti</i> .....    | 86  | » = 10,0 »   |
| <i>Polyphemus pediculus</i> ..... | 78  | » = 9,1 »    |
| <i>Andere Formen</i> .....        | 23  | » = 2,7 »    |
|                                   | 856 | St. = 99,9 % |

## Probe N:o 25.

|                                   |     |               |
|-----------------------------------|-----|---------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....   | 549 | St. = 60,8 %  |
| <i>Bosmina longirostris</i> ..... | 117 | » = 13,0 »    |
| <i>B. obtusirostris</i> .....     | 92  | » = 10,2 »    |
| <i>Polyphemus pediculus</i> ..... | 66  | » = 7,3 »     |
| <i>Cyclops Leuckarti</i> .....    | 63  | » = 7,0 »     |
| <i>Andere Formen</i> .....        | 16  | » = 1,8 »     |
|                                   | 903 | St. = 100,1 % |

Vier Mal im Sommer (am 7, 15 und 19 Juli und am 15 September) wurden an der tiefsten Stelle vor dem Mönch Planktonfänge in etwa 0,4—0,7 m Wassertiefe gemacht. In sämtlichen diesen Tiefenfängen dominierte *Daphnia longispina* so stark, dass sie allein den Charakter des Planktons bestimmte. Alle übrigen Arten waren nur spärlich oder ganz vereinzelt vertreten. Verglichen mit den gleichzeitig und am selben Fangplatze genommenen Oberflächenproben zeichneten sich die Tiefenproben, namentlich im Juli, hauptsächlich dadurch aus, dass *Polyphemus*, der an der Oberfläche häufig war, entweder ganz fehlte, oder jedenfalls nur sehr spärlich vorkam. Durch Heranziehung der Tiefenfänge wird somit der Eindruck von der dominierenden Bedeutung der *Daphnia longispina* für das Zooplankton dieses Teiches im Sommer 1918 noch mehr verstärkt.

### 1920.

Die Planktonfänge des Jahres 1920, die, wie vorher erwähnt, mit einem Netz aus Müllergaze N:o 12 gemacht wurden, verteilen sich auf folgende Fangtage: 6. IV, 11. V, 24. V, 30. V, 29. VI, 8. VII, 9. VII, 2. VIII und 12. VIII.

Am 6. IV war der Teich nur etwa eine Woche aufgestaut gewesen, und da kein Wasser aus dem oberhalb gelegenen Övre Sägdammen eingeleitet worden war, hatte sich nur ein wenig Wasser über den tiefer gelegenen Bodenpartien angesammelt. In diesem seichten Wasser konnten nur die ersten Spuren eines Zooplanktons nachgewiesen werden. 9 Stichproben aus der Sammelplanktonprobe enthielten insgesamt nur 65 Tierindividuen, die folgendermassen auf verschiedene Tierformen sich verteilten: Nauplien 23, *Daphnia longispina* 15, *Bosmina longirostris* 12, *Cyclops strenuus* 3, Ostracoden 3, *Synchæta* sp. 2, *Chydorus sphaericus* 1 und andere Formen 6.

Am 11. V, wo der Teich schon eine Zeit lang vollbespannt gewesen war, wurde an zwei verschiedenen Stellen mit dem Müllernetze gefischt. Die wichtigsten Zooplanktonformen waren zu dieser Zeit *Synchæta pectinata*, Nauplien und junge Individuen von *Cyclops* und *Diaptomus*, sowie *Daphnia longispina*. Von weniger Bedeutung waren *Bosmina longirostris* und *Polyphemus pediculus*. Die Mehrzahl der Copepodenlarven gehörten wahrscheinlich der Gattung *Cyclops* an, aber auch *Diaptomus*larven waren vorhanden. Ausser diesen jungen Individuen und Larvenformen wurden auch vereinzelt erwachsene Exemplare von *Cyclops strenuus* gefunden. Mit Rücksicht auf die Individuenzahl blieb *Daphnia* wohl weit hinter den *Synchæten* und *Copepoden* zurück, spielte aber dennoch wegen der zum Teil sehr beträchtlichen Körpergrösse der Individuen volumetrisch eine stark hervortretende Rolle. Auch von *Polyphemus* kamen sehr grosse Tiere mit starker Eiproduktion vor.

Am 24. V und 30. V wurden Sammelproben aus verschiedenen Teilen des Teiches und verschiedenen Wassertiefen genommen.

Am erstgenannten Tage war *Daphnia longispina* schon die weitaus wichtigste Art. Daneben waren noch *Cyclops strenuus* (junge Individuen), *Conochilus volvox*

und *Synchæta* sp. (wahrscheinlich *pectinata*) von Bedeutung. Nur spärlich oder vereinzelt kamen *Bosmina obtusirostris*, *B. longirostris*, *Polyphemus pediculus*, *Polyarthra platyptera*, *Noteus quadricornis* EHRBG, eine andere nicht näher bestimmte Rotifere und *Diaptomus* sp. vor.

Am. 30. V war *Daphnia* dominierend. Ausserdem war nur noch *Polyphemus* ziemlich häufig. *Cyclops strenuus* wurde nicht mehr gefunden, dagegen trat *C. Leuckarti* spärlich auf. Von *Conochilus* wurde eine einzige Kolonie beobachtet, *Synchæta* sp. war beinahe gänzlich aus dem Plankton verschwunden. Dasselbe gilt auch von den *Bosmina*-Arten. *Bosmina longirostris* wurde sogar überhaupt nicht in den untersuchten Stichproben gefunden.

Am 29. VI wurde eine Probe vor dem Ablassmönch genommen. Die Planktonmenge war hier sehr gross, hauptsächlich aus *Daphnia longispina* bestehend. *Polyphemus* war zwar häufig aber nicht zahlreich. Vereinzelt kam *Bosmina longirostris* vor, ebenso Nauplien.

Am 8. VII wurden zwei verschiedene Proben genommen, und zwar zuerst nur eine Oberflächeprobe am Ablassmönch, dann noch eine Sammelprobe aus verschiedenen Teilen des Teiches und verschiedenen Wassertiefen. In der erstgenannten Probe war *Daphnia longispina* dominierend, *Bosmina longirostris* häufig aber nicht zahlreich, in der letztgenannten waren sowohl *Daphnia* wie *Bosmina longirostris* stark hervortretend. *Polyphemus* war in beiden Proben nur sehr spärlich vertreten, scheint also zu dieser Zeit eine nur ganz untergeordnete Rolle im Teiche gespielt zu haben. Dasselbe gilt auch von *Diaphanosoma brachyurum*. Noch mehr vereinzelt kamen einige andere Formen vor, die hier nicht besonders erwähnt zu werden brauchen. Ich möchte nur hervorheben, dass von Rotatorien nur ein einziges Exemplar von *Polyarthra platyptera* gesehen wurde.

Die Planktonmenge war auch an diesem Tage eine sehr bedeutende. In 10 (mit denjenigen im Sommer 1918 vergleichbaren) Netzzügen wurde 29 ccm Plankton erhalten.

In der Sammelprobe vom 2. VIII kamen *Polyphemus pediculus*, *Daphnia longispina* und *Bosmina longirostris* alle zahlreich vor. Daneben war noch *Bosmina obtusirostris* ziemlich häufig. Spärlich oder ganz vereinzelt wurden *Diaphanosoma brachyurum*, *Scapholeberis mucronata*, *Ceriodaphnia quadrangula* und *Chydorus sphaericus* vorgefunden. *Polyarthra platyptera* wurde wiederum in einem einzigen Exemplar gesehen.

Es geht aus den hier mitgeteilten Tatsachen hervor, dass *Daphnia longispina* auch in dem Nedre Sägdammen, wie in den beiden vorher besprochenen Teichen — wenn auch nicht in ganz so hohem Masse wie in diesen — im Sommer 1920 von *Bosmina longirostris* zurückgedrängt wurde. Wenn man die Proben von 29. VI und 8. VII untereinander vergleicht, bekommt man den Eindruck, dass die Massentwicklung der *B. longirostris* in der Zeit zwischen diesen Tagen einsetzte. Am 29. VI wurde die Art nur vereinzelt, am 8. VII aber schon sehr zahlreich gefunden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Probe von 29. VI nur an einer einzigen



Stelle genommen wurde, und dass daher die *Bosmina* in anderen Teilen des Teiches häufiger gewesen sein könnte. Da sie aber auch Ende Mai im Plankton nur ganz vereinzelt zu finden war, scheint es mir doch sehr wahrscheinlich, dass die massenhafte Vermehrung derselben erst Ende Juni oder Anfang Juli einsetzte. Die Sammelprobe vom 12. VIII hatte im grossen und ganzen etwa dieselbe Zusammensetzung wie diejenige vom 2. VIII. Nur war *Polyphemus* am 12. VIII etwas schwächer als am 2. VIII vertreten.

### Teiche Stenfälledammarna N:o 9 und N:o 10.

*Areal: resp. 0,49 und 0,355 ha.*

Diese beiden Teiche liegen in einer Reihe mit den beiden ganz kleinen Teichen Stenfälledammarna N:o 7 und N:o 8 und wurden wie diese im Jahre 1907 angelegt. Der Teich N:o 9 wird durch einen Zuflussgraben, der auch die Teiche N:o 7 und N:o 8 mit Wasser versorgt, direkt von einer Aufstauung des Baches gespeist, N:o 10 dagegen kann nur vom N:o 9 aus gefüllt werden.

Obgleich beide Teiche auf anscheinend gleichartigem Boden angelegt und nur durch einen schmalen Damm voneinander getrennt sind, und obgleich N:o 10 sein Wasser aus N:o 9 bekommt, ist jene immer viel produktiver als diese gewesen. N:o 10 gehört zu den besten, N:o 9 zu den schlechteren Teichen der Versuchsstation.

Beide Teiche sind ganz seicht, N:o 10 noch etwas seichter als N:o 9, und beide ziemlich stark besonders mit Riedgräsern bewachsen. Im letzten Sommer (1920) zeigte in N:o 10 auch noch *Potamogeton natans* eine deutliche Tendenz zu stärkerer Entwicklung. Beide Teiche haben jedoch immer noch eine ganz beträchtliche freie Wasserfläche aufweisen können.

Besonders der Teich N:o 10 hat ein ganz ungenügendes Gefälle nach dem vorbeifliessenden Bache zu, namentlich wenn dieser bei starkem Zufluss viel Wasser führt, oder in einer weiter unten gelegenen Schleuse aufgestaut werden muss. Infolgedessen kommt es im Winter oft vor, dass das Wasser vom Bache aus über den Teichboden steigt. Dies ist auch im Teich N:o 9, wenn auch in geringerem Masse, der Fall.

Im Laufe der Jahre ist in diesen Teichen sowohl gekalkt, gedüngt als gefüttert worden.

1909 wurde in beiden Teichen gekalkt, im N:o 9 mit etwa 1840 kg., im N:o 10 mit etwa 2250 kg. gebranntem Kalk pro ha. N:o 10 bekam ausserdem ca 725 kg. 12 % Kainit pro ha.

1910 wurde im N:o 9 weder gekalkt, noch gedüngt oder gefüttert. N:o 10 dagegen bekam eine Düngung von etwa 420 kg. Kainit und ebensoviel Thomaschlacke pro ha.

Fütterung der Fische kam im Teich N:o 9 in den Jahren 1911—1912 sowie 1914 und 1920, im Teich N:o 10 in den Jahren 1911—1914 und 1920 vor. In

den Jahren 1915—1917 wurden in diesen Teichen keine besonderen Massnahmen getroffen.

Im Frühjahr 1918 wurden beide Teiche wieder gekalkt, und dem Teich N:o 9 wurde ausserdem noch eine Gründüngung mit abgeschnittenem Teichgras gegeben.

## Das Zooplankton.

### Teich N:o 9.

Das Planktonmaterial aus diesem Teiche stammt aus den Jahren 1910, 1918 und 1920.

#### 1910.

Die bei den in diesem Jahre mittels der Schöpfmethode ausgeführten Volumbestimmungen ermittelten Planktonrohvolumina waren, auf 1 cbm Wasser umgerechnet, folgende:

|           |        |     |        |                                |           |            |
|-----------|--------|-----|--------|--------------------------------|-----------|------------|
| 14. VI.   | ca 50  | ccm | Wasser | an einer einzigen Stelle       | im Teiche | geschöpft. |
| 23. VI.   | » 63   | »   | »      | » 4 Stellen                    | »         | »          |
| 20. VIII. | » 41,5 | »   | »      | vermutlich an 3 oder 4 Stellen | »         | »          |

Am 14. VI enthielt die Probe hauptsächlich *Polyphemus*. Alle anderen Formen kamen nur spärlich oder vereinzelt vor. Ausser *Polyphemus* wurden *Scapholeberis mucronata*, *Ceriodaphnia* sp. und *Cyclops* sp. notiert. Am 23. VI war *Scapholeberis* die zahlreichste Art. Ausserdem kamen *Polyphemus*, *Daphnia* u. a. vor. Am 20. VIII machte *Bosmina longirostris* die Hauptmasse der Probe aus. Nach meinen Notizen sollen ausserdem noch *Volvox*, einige Rotatorien und *Diaphanosoma* »ziemlich zahlreich« gewesen, da es aber ausdrücklich betont wird, dass sich die Probe hauptsächlich aus *Bosmina longirostris* zusammensetzte, ist es doch wahrscheinlich, dass die Bedeutung dieser anderen Formen keine besonders grosse war.

#### 1918.

Der Teich wurde im Jahre 1918 sehr spät, erst Anfang Mai, aufgestaut, und auch nach der Aufstauung stieg das Wasser nur sehr langsam. Noch am 12. V waren nur die am tiefsten gelegenen Teile der Teichsohle von Wasser bedeckt, und den ganzen Mai und noch bis in den Monat Juni hinein blieb der Wasserstand so niedrig, dass die eigentlichen Teichränder davon nicht berührt waren. Am 12. VI war der Wasserstand zwar nicht mehr sehr niedrig, aber doch auch nicht so hoch, dass die Teichränder bei voller Wasserspannung erreicht gewesen wären. Erst vom etwa 20. VI konnte der Teich als vollbespannt bezeichnet werden.

Vom Sommer 1918 sind 6 mit dem Griesgazenetz N:o 60 genommene Oberflächenproben untersucht worden. Diese verteilen sich folgendermassen auf die einzelnen Fangtage: 3. VI 2, 19. VI 1, 15. VII 2 und 4. VIII 1.

Soweit aus diesem ziemlich dürftigen Material geschlossen werden kann, war die Zooplanktonentwicklung im Sommer 1918 in diesem Teiche etwa die folgende:

Anfang Juni war *Polyphemus* stark dominierend. Junge Individuen von *Cyclops strenuus* waren nicht selten aber doch ziemlich spärlich. *Daphnia longispina* noch spärlicher. Die Planktonmenge war gering. In der späteren Hälfte von Juni waren *Polyphemus*, *Daphnia*, *Bosmina longirostris* und *B. obtusirostris* alle stark vertreten, ohne dass es sich auf Grund der einzigen Probe vom 19. VI entscheiden lässt, ob irgendeine besondere dieser Formen von grösserer Bedeutung als die übrigen gewesen wäre. Vermutlich spielte doch *Daphnia* schon die grösste Rolle.

Mitte Juli scheint die Bedeutung von *Daphnia* noch mehr zugenommen zu haben, die beiden *Bosmina*-Arten waren aber auch noch stark vertreten. *Polyphemus* hatte zwar an Bedeutung viel verloren, war aber immer noch wenigstens ziemlich häufig. Die Planktonmenge war bedeutend grösser als im Juni.

In der einzigen Probe vom 4. VIII war *Daphnia longispina* stark dominierend, *B. obtusirostris* und *Cyclops Leuckarti* ziemlich häufig. *B. longirostris* wurde nur noch spärlich gesehen.

Unter den Formen von untergeordneter Bedeutung seien hier nur *Diaphanosoma brachyurum* und *Conochilus volvox* erwähnt. *Conochilus* wurde nur am 19. VI spärlich, *Diaphanosoma* seit dem genannten Tage in allen Proben spärlich oder einzeln vorgefunden.

Aus den hier kurz referierten Tatsachen bekommen wir den Eindruck, dass *Daphnia longispina* im Laufe des Sommers unter starker Konkurrenz besonders von Seiten der *Bosmina*-Arten allmählich zu einer immer mehr vorherrschenden Stellung im Plankton gelangte.

## 1920.

Aus dem Jahre 1920 habe ich nur eine mit dem Müllergazennetz N:o 12 am 10. VII genommene Sammelprobe.

An diesem Tage waren *Bosmina longirostris*, *B. obtusirostris* und *Daphnia longispina* die wichtigsten Formen des Zooplanktons. Keiner von diesen Arten kann einen bestimmten Vorzug vor den übrigen zugesprochen werden. Nicht so zahlreich aber immernoch häufig war *Polyphemus*. *Diaphanosoma*, Nauplien und ältere *Cyclops*larven waren nicht selten, spielten aber keine grössere Rolle. Einige sehr spärlich vorkommende ältere Individuen von *Cyclops* wurden nicht näher bestimmt, gehörten aber allem Anschein nach *C. Leuckarti* an. Dies gilt vermutlich auch wenigstens von einem grossen Teil der Larven und ganz jungen Tiere. — Ausser den erwähnten Formen wurden ganz vereinzelt noch eine *Acroperus* sp. und *Polyarthra platyptera* in der Probe gefunden.



## Teich N:o 10.

Planktonmaterial aus den Jahren 1910, 1917, 1918 und 1920.

## 1910.

Die bei den mittels der Schöpfmethode ausgeführten Volumbestimmungen ermittelten Planktonrohvolumina waren, auf 1 cbm Wasser umgerechnet, folgende:

|           |            |  |           |   |   |   |   |
|-----------|------------|--|-----------|---|---|---|---|
| 14. VI.   | ca 58 ccm. | Wasser an einer einzigen Stelle im Teiche geschöpft. |           |   |   |   |   |
| 23. VI.   | » 47 »     | » »  | 4 Stellen | » | » | » | » |
| 18. VII.  | » 10 »     | » »  | 3         | » | » | » | » |
| 20. VIII. | » 20 »     | » vermutlich an 3 oder 4                             | »         | » | » | » | » |

Am 23. VI enthielt die Probe viel Fadenalgen, am 18. VII etwas Schlamm. Das Wasser im Teiche zeigte am 18. VII eine schwache graugrüne Trübung, die vielleicht von einer *Dinobryon*-Art herrührte, die ich bei der Untersuchung der Probe feststellen konnte. Vielleicht handelte es sich aber auch um irgendwelche anderen Nanoplanktonformen.

Das Zooplankton setzte sich am 14. VI in der Hauptsache aus *Polyphemus pediculus* und *Bosmina longirostris* zusammen. Am 23. VI machte die letztgenannte Art allein die Hauptmasse aus. Ziemlich spärlich waren *Polyphemus*, *Daphnia longispina* und *Cyclops* sp., noch spärlicher *Scapholeberis mucronata* vorhanden. Auch am 18. VII war *Bosmina longirostris* vorherrschend. Spärlich oder vereinzelt kamen *Diaphanosoma*, *Daphnia*, *Polyphemus*, *Bosmina obtusirostris*, *Cyclops* sp. und einige Rotatorien vor. Am 20. VIII waren *Bosmina longirostris* und *Anurea aculeata* EHRLG die Hauptformen des Zooplanktons. Ausser *Anurea* kamen auch noch andere Rotatorien (*Polyarthra* u. a.) vor. *Daphnia* und *Diaphanosoma* wurden nur spärlich gesehen.

Aus den hier mitgeteilten Tatsachen geht hervor, dass der Charakter des Zooplanktons im Teich N:o 10 im Sommer 1910 in erster Linie von *Bosmina longirostris* bestimmt wurde. Im Frühsommer spielte ausserdem noch *Polyphemus*, im Spätsommer Rotatorien (vor allem *Anurea aculeata*) eine hervortretende Rolle.

## 1917.

Im Sommer 1917 wurde nur einmal und zwar am 10. VI mit dem Griesgaze-netz Plankton in diesem Teiche gefischt. Es wurden zwei Proben in zwei verschiedenen Teilen des Teiches genommen. Die Planktonmenge war an beiden Stellen nicht gross, aber auch nicht sehr gering. An der einen Stelle war *Polyphemus pediculus* vorherrschend, *Daphnia longispina* aber auch ziemlich häufig. An der anderen Stelle war das Plankton auch hauptsächlich aus denselben Arten zusammengesetzt, hier waren aber beide etwa gleich stark vertreten.

## 1918.

Gleichwie der Teich N:o 9 wurde auch dieser im Frühjahr 1918 erst sehr spät (Anfang Mai) aufgestaut und blieb dann den ganzen Mai und bis Mitte Juni bei

sehr niedrigem Wasserstande stehen. Wenigstens vom 12. V etwa bis zum Ende des Monats deckte das Wasser doch den grössten Teil der Teichsohle, sank aber dann noch mehr, so dass am 11. VI nur noch etwa die Hälfte des Teichareals unter Wasser stand. Erst nachdem vom 12. VI ab Wasser von N:o 9 aus eingeleitet werden konnte, stieg der Wasserstand rasch. Am 19. VI war der Teich bis zu den Rändern vollbespannt, und danach hielt sich der Wasserstand auf etwa normaler Höhe den ganzen Sommer hindurch.

In der Zeit zwischen 23. V und 2. IX wurden mit dem Griesgazenetz insgesamt 10 Planktonproben genommen. Das Planktonvolumen dieser Proben, die alle 10 etwa gleich lange Netzzüge repräsentieren und daher quantitativ sowohl untereinander, als auch mit in derselben Weise in anderen Teichen gemachten Fängen annähernd vergleichbar sind, wurde gemessen und die relative Abundanz der verschiedenen Zooplanktonformen durch Zählung festgestellt. Am 10. VII wurde auch ein Planktonfang mit einem kleinen Netz aus Müllergaze N:o 20 ausgeführt, um eventuelles Vorkommen von Rotatorien im Plankton festzustellen. Solche wurden dabei nicht gefunden.

Die Zusammensetzung des Zooplanktons zu verschiedenen Zeiten geht am besten aus den nachfolgend mitgeteilten Zählprotokollen hervor. Für die Proben 1, 2, 3 und 10 sind Volumangaben nicht gemacht, weil diese Proben sehr stark mit Detritus oder auch mit Fadenalgen vermengt waren und daher das Messen der eigentlichen Planktonquantität nicht gestatteten. In allen diesen Fällen war aber die Zooplanktonmenge nur wenig bedeutend, am grössten wohl in den Proben N:o 3, und 10, die vielleicht 2—5 ccm reines Plankton enthielten. Die Probe N:o 6 wurde in 3—5 dm Tiefe, alle die übrigen an der Oberfläche genommen.

## 23. V.

Probe N:o 1.

|  |           |                   |
|--|-----------|-------------------|
| <i>Cyclops</i> <sup>1</sup> .....                | 153 St. = | 62,5 %            |
| <i>Bosmina longirostris</i> .....                | 34 » =    | 13,9 »            |
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....                | 13 » =    | 5,3 »             |
| <i>Rotatorien</i> (mehrere Arten)...             | 8 » =     | 3,2 »             |
| <i>Bosmina obtusirostris</i> .....               | 7 » =     | 2,9 »             |
| <i>Daphnia longispina</i> .....                  | 5 » =     | 2,0 »             |
| <i>Verschiedene Bodenformen</i> <sup>2</sup> ... | 14 » =    | 5,7 »             |
| <i>Andere Formen</i> .....                       | 11 » =    | 4,5 »             |
|  |           | 245 St. = 100,0 % |

<sup>1</sup> Da die *Cyclops*-Arten, besonders wenn viele jungen Individuen vorkommen, beim Zählen nicht sicher zu bestimmen sind, habe ich es vorgezogen, in den Zählprotokollen immer nur die Gattung aufzuführen und in Noten anzugeben, um welche Arten es sich in einzelnen Fällen hauptsächlich handelt. In diesem Falle gehörte die grosse Mehrzahl wenigstens der grösseren Individuen der Spezies *C. Leuckarti* an. Ganz vereinzelt wurden daneben noch *C. fimbriatus* FISCHER, *C. strenuus* (1 einziges grosses ♀ mit Eiersäcken) und noch eine vierte nicht näher bestimmte *Cyclops*-Art in der Probe vorgefunden.

<sup>2</sup> Hauptsächlich Oligochaeten.

## 3. VI.

| Probe N:o 2.                                  |                  | Probe N:o 3.                       |                  |
|---|------------------|------------------------------------|------------------|
| <i>Cyclops</i> <sup>1</sup> .....             | 116 St. = 31,2 % | <i>Bosmina longirostris</i> .....  | 122 St. = 40,4 % |
| <i>Daphnia longispina</i> .....               | 77 » = 20,7 »    | <i>Cyclops</i> <sup>1</sup> .....  | 58 » = 19,2 »    |
| <i>Polyphemus pediculus</i> <sup>2</sup> .... | 77 » = 20,7 »    | <i>Daphnia longispina</i> .....    | 56 » = 18,5 »    |
| <i>Bosmina obtusirostris</i> .....            | 63 » = 16,9 »    | <i>Polyphemus pediculus</i> .....  | 35 » = 11,6 »    |
| <i>B. longirostris</i> .....                  | 18 » = 4,8 »     | <i>Bosmina obtusirostris</i> ..... | 15 » = 5,0 »     |
| <i>Andere Formen</i> .....                    | 21 » = 5,7 »     | <i>Andere Formen</i> .....         | 16 » = 5,3 »     |
| 372 St. = 100,0 %                             |                  | 302 St. = 100,0 %                  |                  |

## 19. VI.

| Probe N:o 4. ca 9,5 ccm.           |                  |
|------------------------------------|------------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....    | 552 St. = 81,1 % |
| <i>Cyclops</i> <sup>3</sup> .....  | 62 » = 9,1 »     |
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....  | 32 » = 4,7 »     |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> ... | 22 » = 3,2 »     |
| <i>Andere Formen</i> .....         | 13 » = 1,9 »     |
| 681 St. = 100,0 %                  |                  |

## 12. VII.

| Probe N:o 5. ca 7,5 ccm.           |                  | Probe N:o 6. ca 8,5 ccm.             |                  |
|------------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....    | 542 St. = 66,0 % | <i>Daphnia longispina</i> .....      | 741 St. = 75,9 % |
| <i>Bosmina longirostris</i> .....  | 134 » = 16,3 »   | <i>Cyclops</i> <sup>4</sup> .....    | 118 » = 12,1 »   |
| <i>Cyclops</i> <sup>4</sup> .....  | 90 » = 11,0 »    | <i>Diaphanosoma brachyurum</i> ..... | 64 » = 6,6 »     |
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....  | 22 » = 2,7 »     | <i>Bosmina longirostris</i> .....    | 42 » = 4,3 »     |
| <i>Bosmina obtusirostris</i> ..... | 10 » = 1,2 »     | <i>Diaptomus gracilis</i> .....      | 3 » = 0,3 »      |
| <i>Andere Formen</i> .....         | 23 » = 2,8 »     | <i>Andere Formen</i> .....           | 8 » = 0,8 »      |
| 821 St. = 100,0 %                  |                  | 976 St. = 100,0 %                    |                  |

## 4. VIII.

| Probe N:o 7. 23,5 ccm.             |                  |
|------------------------------------|------------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....    | 746 St. = 81,2 % |
| <i>Bosmina longirostris</i> .....  | 80 » = 8,7 »     |
| <i>Cyclops</i> <sup>5</sup> ... .. | 39 » = 4,2 »     |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> ... | 39 » = 4,2 »     |
| <i>Andere Formen</i> .....         | 15 » = 1,6 »     |
| 919 St. = 99,9 %                   |                  |

<sup>1</sup> Hauptsächlich *C. Leuckarti* und *C. strenuus*. Andere Arten wurden nicht festgestellt. Wahrscheinlich war die Individuenzahl von *C. Leuckarti* grösser als diejenige von *C. strenuus*. Wegen ihrer beträchtlicheren Körpergrösse, dürfte doch die letztgenannte Art volumetrisch eine ebenso grosse oder grössere Rolle gespielt haben. In der Probe N:o 3 war übrigens *C. strenuus* (beinahe ausschliesslich junge Tiere) vielleicht auch hinsichtlich der Individuenzahl dem *C. Leuckarti* überlegen.

<sup>2</sup> Da viele von den Deckgläsern aus dem Brutraum der Muttertiere herausgepressten grösseren Embryonen mitgerechnet wurden, ist die für *Polyphemus* angegebene Individuenzahl etwas zu hoch. Vermutlich war *Bosmina obtusirostris* wenigstens ebenso zahlreich. Bei der Zählung der späteren Proben (so auch bei der Probe N:o 3) wurden nur Tiere die als auf normaler Weise ausgeschlüpft zu betrachten waren mitgezählt.

<sup>3</sup> Hauptsächlich *C. Leuckarti*. Ausserdem sehr vereinzelt *C. serrulatus* und *C. fimbriatus*.

<sup>4</sup> Beinahe ausschliesslich *C. Leuckarti*. In der Tiefenprobe wurde daneben sehr vereinzelt *C. albidus* JURINE festgestellt.

<sup>5</sup> Hauptsächlich *C. Leuckarti*. Vereinzelt wurde ausserdem noch *C. fimbriatus* festgestellt.



## 2. IX.

Probe N:o 8. 20,5 cem.

|                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| <i>Bosmina longirostris</i> .....    | 1123 St. = 92,4 %  |
| <i>Daphnia longispina</i> .....      | 81 » = 6,7 »       |
| <i>Cyclops</i> <sup>1</sup> .....    | 5 » = 0,4 »        |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> ..... | 4 » = 0,3 »        |
| <i>Andere Formen</i> .....           | 3 » = 0,2 »        |
|                                      | 1216 St. = 100,0 % |

Probe N:o 9. ca 2 cem.

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| <i>Bosmina longirostris</i> ..... | 799 St. = 89,4 %  |
| <i>Daphnia longispina</i> .....   | 49 » = 5,5 »      |
| <i>Cyclops</i> <sup>1</sup> ..... | 26 » = 2,9 »      |
| <i>Andere Formen</i> .....        | 20 » = 2,2 »      |
|                                   | 894 St. = 100,0 % |

Probe N:o 10.

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| <i>Daphnia longispina</i> .....   | 443 St. = 47,1 %  |
| <i>Bosmina longirostris</i> ..... | 439 » = 46,7 »    |
| <i>Diaptomus gracilis</i> .....   | 21 » = 2,2 »      |
| <i>Cyclops</i> <sup>1</sup> ..... | 20 » = 2,1 »      |
| <i>Andere Formen</i> .....        | 18 » = 1,9 »      |
|                                   | 941 St. = 100,0 % |

Aus diesen Protokollen ergibt sich, dass in der ersten Besspannungszeit Cyclopiden (*Cyclops Leuckarti* u. wenigstens am 3. VI auch *C. strenuus*) und *Bosmina longirostris* für das Plankton am meisten charakteristisch waren. Zieht man aber in Betracht, dass die Planktonmenge des Teiches zu dieser Zeit (und besonders am 23. V) nur ganz gering war, erscheint die absolute Bedeutung der genannten Formen dennoch ziemlich bescheiden. Übrigens traten am 3. VI auch noch einige andere Arten (*Daphnia longispina*, *Polyphemus pediculus* und *Bosmina obtusirostris*) schon stärker hervor. Von diesen interessiert uns hier vor allem die *Daphnia longispina*, die in diesem wie in vielen anderen Teichen der Versuchsstation bald die leitende Art unter den Zooplanktonten wurde.

Diese leitende Stellung scheint *Daphnia* wenigstens von Mitte Juni bis in den August hinein unumstritten behalten zu haben. Die Entwicklung der *Daphnien* erscheint aber in diesem wie in dem vorigen Teiche im Verhältnis zu anderen Teichen der Versuchsstation um drei Wochen oder einen Monat verspätet, was selbstverständlich mit der verspäteten Aufstauung und dem langandauernd niedrigen Wasserstande zusammenhängt.

In der späteren Hälfte des August scheint *Bosmina longirostris* in eine Periode starker Vermehrung eingetreten zu sein. Denn am 2. IX war *Daphnia* von dieser Art schon ganz überflügelt worden. Hierin ergibt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen dieser und einigen anderen Teichen (Nedre Hållsdammen, Övre und Nedre Sägdammen), in welchen *Daphnia* im Sommer 1918 den Zooplanktoncharakter wesentlich bestimmte. In diesen anderen Teichen behielt nämlich *Daphnia* ihre leitende Stellung unter den Zooplanktonten bis zum Ende des Sommers bei, und *Bosmina longirostris* wies entweder gar kein (Nedre Hållsdammen, Övre Sägdammen) oder nur ein wenig bedeutendes (Nedre Sägdammen) Herbstmaximum auf. Im hier besprochenen Teiche (Stenfälledammen N:o 10) war *Bosmina longirostris* übrigens den

<sup>1</sup> In den Proben N:o 8 und N:o 9 wurde nur *C. Leuckarti* festgestellt, in der Probe N:o 10 ausserdem noch, aber nur sehr vereinzelt, 1 oder 2 andere nicht näher bestimmte *Cyclops*-Arten.

ganzen Sommer hindurch im Plankton ziemlich häufig, während sie in den anderen hier genannten Teichen während der eigentlichen Sommermonate beinahe gänzlich aus dem Plankton verschwunden war<sup>1</sup>.

Auffallend ist auch, dass *Cyclops Leuckarti* andauernd eine etwa ebenso grosse Rolle wie *Bosmina longirostris* spielte, jedoch ohne es im Herbst zu einem grossen Maximum zu bringen. Hier muss übrigens betont werden, dass die Copepoden in meinen mit dem Griesgazenetz genommenen Proben nicht ganz zu ihrem Rechte kommen, weil die meisten Nauplien und etwas älteren Larven durch die Maschen des Netzes schlüpfen.

*Polyphemus pediculus* war für das Plankton dieses Teiches ohne grössere Bedeutung. In ziemlicher Menge kam er nur in den Proben vom 3. VI vor. Später ging er immer mehr zurück, wurde aber noch am 4. VIII sehr spärlich gefunden. Am 2. IX war er nicht mehr im Plankton vorhanden. Ähnlich verhielt sich *Bosmina obtusirostris*, die auch nur in der ersten Besspannungszeit etwas zahlreicher vorkam, später aber nur vereinzelt gesehen wurde.

*Diaphanosoma brachyurum* wurde schon am 3. VI sehr vereinzelt vorgefunden, nahm dann im Sommer an Zahl zu, brachte es aber niemals zu einer grösseren Massenentwicklung. Vereinzelt kam diese Form noch am 2. IX vor.

Ausser den in den Zählprotokollen und den zugehörigen Noten erwähnten Spezies wurden noch folgende Formen — die mit Ausnahme der Hydracarin in den Protokollen unter der Bezeichnung »andere Formen« aufgeführt sind — im Jahre 1918 im hier besprochenen Teiche gefunden: *Scapholeberis mucronata*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Chydorus sphaericus*, Ostracoden, Hydracarin, Tardigraden, Chironomiden — und andere Insektenlarven — und Oligochäten.

#### 1920.

Es wurden in diesem Sommer nur zwei Sammelproben<sup>2</sup> mit dem Müllergazennetz N:o 12 genommen und zwar am 10. VII bzw. 17. VIII.

Am erstgenannten Tage war *Cyclops Leuckarti* vorherrschend oder vielleicht sogar dominierend. *Daphnia longispina*, *Bosmina obtusirostris*, *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella* waren nur spärlich oder höchstens ziemlich häufig. Von Rotatorien wurde nur ein einziges Ex. von *Polyarthra platyptera* gefunden. Sehr bemerkenswert ist, dass *Polyphemus* ganz fehlte. Von *Cyclops Leuckarti* waren verschiedene Altersstadien und sowohl ♂♂ wie ♀♀ vertreten. Doch wurden keine ♀♀ mit Eiersäcken gesehen. Die Planktonmenge war mittelmässig, in 10 Netzzügen nach 15 Min. Absetzen im Mensurglas etwa 11 ccm.

<sup>1</sup> Am 19. VI wurde *Bosmina longirostris* zwar auch nicht im Teich Stenfälledammen N:o 10 festgestellt, da sie aber sowohl am 3. VI wie am 12. VII häufig vorkam und da am 19. VI nur eine einzige Probe genommen wurde, liegt es nahe anzunehmen, dass das Fehlen der Art in dieser Probe auf ungleichmässige Verteilung zurückzuführen ist.

<sup>2</sup> Durch ein Versehen wurde die Probe vom 10. VII in meinen Notizen nicht ausdrücklich als Sammelprobe bezeichnet, da ich aber zu jener Zeit immer nur Sammelproben nahm, ist es beinahe sicher, dass auch diese eine solche war.

Am 17. VIII waren *Bosmina longirostris* und *Daphnia longispina* die wichtigsten Formen. Der Individuenzahl nach nahm *B. l.* unzweifelhaft die erste Stelle ein, wegen ihrer beträchtlicheren Körpergrösse dürfte jedoch *Daphnia* volumetrisch von etwa ebenso grosser Bedeutung gewesen. Ausser den genannten Formen waren auch noch Nauplien und ältere *Cyclops*larven stark vertreten, *Polyarthra platyptera* wenigstens ziemlich häufig. Wegen ihrer Kleinheit konnte diese letztere Art sich doch nicht viel im Plankton geltend machen. Von übrigen Formen verdienen nur noch *Scapholeberis mucronata* und *Ceriodaphnia pulchella* erwähnt zu werden. Beide waren zwar ziemlich spärlich aber doch auch nicht selten. Die Planktonmenge war ziemlich gross, in 10 Netzzügen nach 15 Min. Absetzen etwa 15 ccm. Auch am 17. VIII wurden keine *Polyphemen* gesehen.

### Teich Övre Hagadammen.

*Areal: ca 3.5 ha.*

Dieser Teich wurde erst im Vorsommer 1910 fertiggestellt und Anfang Juli desselben Jahres zum erstenmal bespaunt.

Der Boden ist in verschiedenen Teilen des Teiches sehr verschieden. Die tieferen Teile liegen auf vorher kultiviertem Moorboden, die seichteren zum Teil auf sehr steinigem Waldboden, zum Teil aber auf einem versumpften, von mit *Juncus conglomeratus* bewachsenen Rasenhügeln eingenommenen Terrain.

An einer Stelle grenzt der Teich unmittelbar an eine Aufstauung des schon früher erwähnten Baches und wird von dieser Aufstauung aus gespeist.

Die Wassertiefe ist in den tieferen Teilen etwas grösser als in den anderen in dieser Arbeit besprochenen Anebodateichen, in ziemlich grosser Ausdehnung über 1 m, an den tiefsten Stellen etwa 1,50—1,75 m. Der weitaus grösste Teil des Teiches ist jedoch viel seichter.

Die seichteren Teile sind — abgesehen von dem Gebiet des *Juncus conglomeratus* — vor allem mit *Glyceria fluitans* reichlich bewachsen. Die tieferen Teile sind ohne Vegetation.

In den Sommern 1915 und 1916 wurde im Teiche schwach, hauptsächlich mit Lupinen, gefüttert.

Sonst sind keine besonderen Kulturmassnahmen getroffen worden.

### Das Zooplankton.

Aus diesem Teiche habe ich ein sehr reiches mit dem Griesgazenetz gesammeltes Material aus dem Jahre 1918, dazu noch eine mit einem Müllergazenetz N:o 12 am 12. IX desselben Jahres und zwei am 17. V bezw. 1. VI des Jahres 1920 mit dem Müllergazenetz genommene Sammelproben.



## 1918.

Der Teich wurde im Herbst 1917 nicht abgefischt und war somit im Winter 1917—18 bespannt. Im Frühjahr 1918 wurde er am 27. IV abgefischt und nur zwei oder drei Tage später von neuem wieder bespannt. Indessen wurde Wasser aus dem Bache nicht sofort eingeleitet, und daher hatte sich noch am 7. V nur ein wenig Wasser über der allertiefsten Partie des Teichbodens angesammelt. Der weit- aus grösste Teil des Teichbodens war deshalb noch am genannten Tage ganz trocken. Sogar der tief gelegene früher kultivierte Teil war grösstenteils so stark ausgetrocknet, dass in der oberflächlichen Schlamm- schicht Risse entstanden waren. Von 7. V ab wurde aber Wasser eingeleitet, und am 19. V war der Teich schon ziemlich gut bespannt. Die seichtesten Teichpartien waren allerdings noch nicht von Wasser be- deckt. In diesem Bespannungszustande ungefähr blieb der Teich dann eine lange Zeit stehen, und erst gegen Ende Juni wurde er höher aufgestaut, so dass auch die seichtesten Teile völlig ausgenützt werden konnten. Von da ab hielt sich der Wasser- stand den ganzen Sommer auf ziemlicher Höhe.

Die einzelnen Fangtage und die an diesen in zehn Netzzügen erbeuteten Planktonvolumina waren folgende:

|        |       |             |        |         |           |         |                       |                      |
|--------|-------|-------------|--------|---------|-----------|---------|-----------------------|----------------------|
| N:o 1. | 12. V | minimal.    | N:o 8. | 20. VI  | ca 6 ccm. | N:o 15. | 4. VIII               | ca 3,5 ccm.          |
| » 2.   | 12. V | »           | » 9.   | 20. VI  | » 10 »    | » 16.   | 4. VIII               | » 7,5 »              |
| » 3.   | 19. V | ca 0,2 ccm. | » 10.  | 17. VII | » 11 »    | » 17.   | 23. VIII <sup>1</sup> | —                    |
| » 4.   | 29. V | » 4 »       | » 11.  | 17. VII | » 12 »    | » 18.   | 23. VIII              | —                    |
| » 5.   | 29. V | » 2 »       | » 12.  | 17. VII | » 3,5 »   | » 19.   | 23. VIII              | —                    |
| » 6.   | 7. VI | » 11,5 »    | » 13.  | 18. VII | » 9 »     | » 20.   | 12. IX                | weniger als 0,5 ccm. |
| » 7.   | 7. VI | » 6 »       | » 14.  | 18. VII | » 4,5 »   | » 21.   | 12. IX                | » » » »              |

Die Proben N:o 12, 14, 16, 18 und 21 wurden in tieferen Wasserschichten (etwa 0,5—1,25 m), alle die übrigen an der Oberfläche genommen.

Folgende Formen spielten während kürzerer oder längerer Zeit im Plankton eine etwas grössere Rolle:

|  |  |
|--|--|
| *** <i>Daphnia longispina</i> O. F. MÜLLER | * <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> O. F. MÜLLER |
| ** <i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars      | <i>Diaptomus gracilis</i> Sars                 |
| ** <i>Cyclops Leuckarti</i> Claus          | <i>Conochilus volvox</i> Ehrbg                 |
| ** <i>Polyphemus pediculus</i> L.          | <i>Corethralarven</i>                          |
| * <i>Bosmina obtusirostris</i> Sars        | <i>Cyclops strenuus</i> Fischer                |
| * <i>B. longirostris</i> O. F. MÜLLER      |  |

In dem seichten Wasser, das am 12. V seit etwa zwei Wochen den tiefsten Teil des Teichbodens deckte, konnten zwar schon einige Planktontiere nachgewiesen werden, sie waren aber alle so ausserordentlich spärlich vertreten, dass von einem eigentlichen Zooplankton noch kaum gesprochen werden konnte. Folgende Formen

<sup>1</sup> Die Proben vom 23. VIII waren wegen stürmischen Wetters alle so stark mit Detritus ver- mengt, dass eine Messung des Planktonvolumens nicht vorgenommen werden konnte. Das eigent- liche Plankton war indessen in so geringer Menge vorhanden, dass das Volumen kaum 0,5 ccm betragen haben dürfte.

wurden schon damals festgestellt: *Cyclops strenuus*, *Diaptomus* sp., *Polyphemus pediculus*, *Daphnia longispina*, *Bosmina obtusirostris*, *B. longirostris*, *Ceriodaphnia pulchella* und *Chydorus sphaericus*. Mit Ausnahme von den Bosminen und *Chydorus* kamen alle diese Spezies nur als junge Individuen vor. In dem eine Woche später noch ausserordentlich spärlichen Zooplankton waren *Cyclops strenuus* und *C. Leuckarti* die wichtigsten Formen. Von *C. strenuus* kamen auch schon erwachsene ♀♀ mit Eiersäcken vor.

In der späteren Entwicklung des Zooplanktons kam es in diesem Teiche nicht wie in vielen anderen zu einer langandauernden, ausgesprochenen Dominanz einer besonderen Spezies. Es konkurrierten immer mehrere Arten zugleich stark miteinander. Wegen der sehr ungleichmässigen horizontalen und vertikalen Verteilung der einzelnen Formen, worüber später ausführlicher die Rede sein soll, war es übrigens schwer die relative Bedeutung der verschiedenen Komponenten zu verschiedenen Zeiten sicher zu beurteilen. Unter gebührender Berücksichtigung dieser Fehlerquelle glaube ich doch ein den wirklichen Verhältnissen in grossen Zügen ziemlich gut entsprechendes Bild der Zooplanktonentwicklung in der eigentlichen Sommerzeit entwerfen zu können.

Im Juni war *Polyphemus* im Oberflächenplankton stark hervortretend. Mit ihm konkurrierten im Anfang des Monats vor allem *Cyclops*-Arten (*C. Leuckarti*, *C. strenuus* und *C. vernalis*<sup>1)</sup>) und *Conochilus volvox*, in geringerem Masse auch *Ceriodaphnia pulchella*. Im späteren Teile des Juni war es hauptsächlich *Daphnia longispina* und *Bosmina longirostris*, die mit *Polyphemus* die Konkurrenz aufgenommen hatten. In geringerem Masse waren hierin auch *Conochilus volvox* und *Ceriodaphnia pulchella* beteiligt. An Bedeutung für das Gesamtplankton aller Wasserschichten mögen diese anderen Formen — oder wenigstens einige derselben — dem *Polyphemus*, der sich vornehmlich nahe an der Oberfläche aufhält, sogar viel überlegen gewesen sein. — *Cyclops strenuus* wurde am 20. VI nicht mehr gefunden, *Cyclops Leuckarti* und *C. Dybowski* kamen nur spärlich vor.

Mitte Juli setzte sich das Plankton hauptsächlich aus *Bosmina obtusirostris*, *Daphnia longispina*, *Polyphemus pediculus*, *Ceriodaphnia pulchella*, *C. quadrangula* und *Bosmina longirostris* zusammen. Die beiden erstgenannten Spezies waren besonders stark vertreten und viel zahlreicher als die übrigen, unter denen wiederum *Polyphemus* und *Ceriodaphnia pulchella* etwas häufiger als die beiden letzten Formen der Reihe gewesen sein dürften. Die wesentlichsten Veränderungen seit der zweiten Hälfte von Juni können etwa folgendermassen zusammengefasst werden: 1) *Conochilus volvox* ganz verschwunden, 2) *Polyphemus pediculus* und vielleicht auch *Bosmina longirostris* an Bedeutung abgenommen, 3) *Bosmina obtusirostris* stark zugenommen, 4) *Ceriodaphnia quadrangula* neu erschienen<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Meine Art *Cyclops vernalis* FISCHER umfasst auch diejenige *Cyclops*-Form, die SÄRS mit der Name *Cyclops robustus* belegt hat. Ob es sich bei der von mir im Ö. Hagadammen gefundene Form eventuell um die SÄRS'sche Art *robustus*, die von SCHMEIL (72) nicht von *C. vernalis* getrennt wird, handelte, kann ich nicht entscheiden.

<sup>2)</sup> Vielleicht kam jedoch *C. quadrangula* schon früher in tieferen Wasserschichten vor.



Anfang August (4. VIII) war die Zusammensetzung des Zooplanktons wieder sehr verändert. Vor allem fällt der sehr starke Rückgang der *Bosmina*-Arten auf. Beide waren nunmehr nur vereinzelt im Plankton zu finden. *Polyphemus* scheint auch noch etwas abgenommen zu haben. Dagegen hatte *Daphnia longispina* ihre Stellung behauptet und war zu dieser Zeit als das wichtigste Planktontier des Teiches zu betrachten. Die *Ceriodaphnien* (*C. pulchella* und *quadrangula*) waren auch in ziemlicher Menge vorhanden, und *quadrangula* hatte sich sogar bedeutend vermehrt. *Cyclops Leuckarti*, der seit Mitte Juni sehr schwach vertreten gewesen war, begann wieder stärker hervortreten, und *Diaptomus gracilis* kam in nicht ganz unbeträchtlicher Zahl als neue Form hinzu. Am 23. VIII wurden Planktonproben in den am meisten typhischen Planktongebieten des Teiches genommen. Wie aus den oben gemachten Volumangaben ersichtlich ist, war die Planktonmenge in allen diesen Fällen ausserordentlich gering. Wie diese sehr starke Abnahme des Netzplanktons — sowohl an der Oberfläche wie auch in der Tiefe — zu einer Zeit, wo das Zooplankton in anderen Teichen noch kräftig entwickelt war, zu erklären ist, lässt sich aus meinem Material nicht sicher schliessen. Es muss doch erwähnt werden, dass es eben am 23. VIII ein sehr stürmisches Wetter war, und dass gerade die Teile des Teiches in welchen die Proben genommen wurden, dem Wellenschlage stark ausgesetzt waren. Die wichtigsten Komponenten des spärlichen Zooplanktons in den Proben vom 23. VIII waren folgende: Cyclopiden (*C. Leuckarti* u. *C. vernalis*, vielleicht noch andere Spezies), *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia pulchella*, *C. quadrangula* und *Diaptomus gracilis*. *Polyphemus* wurde nur ganz vereinzelt gefunden.

Am 12. IX war die Planktonmenge auch nur sehr minimal. *Diaptomus gracilis* scheint zu dieser Zeit die wichtigste Form gewesen zu sein. Ausserdem seien hier noch Nauplien, *Synchaeta* sp., *Daphnia longispina* und *Corethralarven* erwähnt<sup>1</sup>.

## 1920.

Vom Jahre 1920 sind nur zwei am 17. V bzw. 1. VI mit dem Müllergazennetz N:o 12 genommene Sammelproben untersucht worden. Nach diesen Proben, die als Sammelproben für das gesamte Netzplankton ziemlich repräsentativ sein dürften, setzte sich das Zooplankton Mitte Mai wesentlich aus Nauplien, jungen Individuen von *Cyclops strenuus*, *Daphnia longispina* und *Polyphemus pediculus* zusammen. Ziemlich stark waren auch *Bosmina obtusirostris* und *Anurea aculeata* vertreten.

Am 1. VI waren *Daphnia longispina* und *Polyphemus pediculus* die am meisten bedeutenden Formen, aber auch *Cyclops strenuus*, *Bosmina obtusirostris* und *B. longirostris* waren häufig. Zwei Rotatorien-Formen, *Conochilus volvox* und *Anurea cochlearis* spielten eine mehr untergeordnete Rolle. Bemerkt sei noch, dass *Dinobryon*kolonien in ziemlicher Anzahl vorhanden waren.

Die Planktonmenge war schon am 17. V zwar nicht sehr gross, aber doch nicht unbeträchtlich. Am 1. VI war sie noch etwas grösser.

<sup>1</sup> Die Nauplien und *Synchaeten* wurden in einer mit dem Müllergazennetz N:o 12 genommenen Oberflächenprobe nachgewiesen.



## Teich Jämfälledammen.

*Areal: 6,0 ha.*

Dieser ist der grösste Teich der Versuchsstation. Er wurde schon im Jahre 1906 auf mit verkümmerten Kiefern, Birken und Weidensträuchern bewachsenem Moorboden angelegt.

Sein Wasser bekommt der Teich zum Teil aus den angrenzenden Wäldern und in diesen gelegenen Sümpfen, zum Teil von demselben Bache, der auch die vorherbesprochenen Teiche speist. Von einer Aufstauung dieses Baches ist nämlich ein etwa 100 m langer Zuflussgraben zum Teich gezogen.

Die Wassertiefe, die nur an wenigen Punkten 1 m übersteigt, ist bei hohem Wasserstande an der tiefsten Stelle am sydöstlichen Ablassmönch etwa 1,6 m. Durchschnittlich mag sie kaum mehr als 0,5—0,7 m betragen.

Die Vegetation ist zwar reichlich aber im grossen ganzen nicht übermässig entwickelt gewesen. Sie hat sich auch im Laufe der Jahre ziemlich stark verändert. In den seichteren Teilen sind immer recht grosse Bestände von Riedgräsern vorgekommen, an etwas tieferen Stellen oft auch kleine Bestände von *Typha* und *Scirpus lacustris*. Besonders charakteristisch für diesen Teich ist aber schon seit vielen Jahren *Alisma Plantago* gewesen, der in kleinen über den Teich zerstreuten und durch freies Wasser voneinander isolierten Gruppen vorkommt. Diese Pflanze scheint von Jahr zu Jahr immer grösseres Terrain zu gewinnen. Nahe bei einander liegende Gruppen schmelzen zu etwas grösseren Inselchen zusammen und neue tauchen immer auf. Durch die erwähnten und noch andere Wasserpflanzen ist aber bis jetzt die vegetationsfreie Wasserfläche nicht so sehr eingeschränkt worden, dass von einer stärkeren Verkrautung des Teiches die Rede sein könnte. Ziemlich umfangreiche Bezirke freien Wassers stehen immer noch dem eigentlichen Teichplankton zu Verfügung. Der Boden ist wenigstens in den letzten Jahren zum grössten Teile von einem Wassermoss bewachsen gewesen.

In den Jahren 1910—1913 war der Teich vier Winter nacheinander bespannt und wurde in diesen Jahren immer nur im Frühjahr abgefischt und dann — nach meistens nur kurzer Trockenperiode — wieder von neuem bespannt. Sonst ist er immer im Winter trocken gewesen.

Im Frühjahr 1909 bekam der Teich eine Kalkung von etwa 1200 kg gebranntem Kalk pro ha, und in den Sommern 1913 und 1914 wurde in demselben mit einer aus gleichen Teilen Mais und Fischmehl bestehenden Futtermischung gefüttert. Sonst ist weder Düngung noch Fütterung vorgekommen.

## Das Zooplankton.

Der Jämfälledammen ist unzweifelhaft der von mir am besten studierte Teich. Denn einerseits wurde er im Jahre 1918 besonders genau untersucht und auch im Jahre 1920 wurde ein für verschiedene Perioden der Besspannungszeit ziemlich re-

präsentatives Material eingesammelt, anderseits bin ich in der Lage, einzelne Daten aus sechs weiteren Jahren zum Vergleich mit den Befunden aus den beiden genannten Jahren heranzuziehen. Da die Einzelbefunde aus den früheren Jahren somit nur als Vergleichsmaterial zu verwerten sind, empfiehlt es sich, hier mit der Besprechung des besser bekannten Zooplanktons der späteren Jahre zu beginnen.

### 1918.

Es fehlen mir leider genaue Angaben über die Aufstauung des Teiches im Frühjahr. Jedenfalls wurde Wasser schon am 12. April vom Bache aus eingeleitet, und am 16. desselben Monats war der Teich schon ziemlich gut wenn auch nicht hoch bespannt. Das hauptsächlichliche Teichareal war mit nicht allzu seichtem Wasser bedeckt, die höher gelegenen Teichränder waren aber noch nicht ausgenützt. Etwa in diesem Zustande blieb der Teich dann wenigstens bis Anfang Juni stehen, und erst gegen Ende dieses Monats konnte der Wasserstand als völlig genügend bezeichnet werden. Später hielt sich der Teich den ganzen Sommer bei guter oder hoher Wasserspannung. Hierbei muss doch bemerkt werden, dass meistens ein mehr oder minder starker Wasserstrom vom Bache aus eingeleitet worden war.

Wie in den anderen Teichen so wurde auch hier im Jahre 1918 beinahe ausschliesslich mit dem Griesgazenetz gefischt. Nur am 13. IX wurden zwei Proben mit dem Müllergazenetz N:o 12 genommen.

Die einzelnen Planktonfänge und das jedesmal in 10 Netzzügen erhaltene Planktonvolumen sind aus folgendem Verzeichnis ersichtlich. Die Proben N:o 13, 15, 20, 22, 24, 26, 27, 29 und 34 wurden in tieferen Wasserschichten, die übrigen an der Oberfläche, N:o 19–22 in der Nacht, die übrigen am Tage (meistens nachmittags) genommen.

|        |         |    |     |      |         |          |    |                |                |         |          |         |      |      |
|--------|---------|----|-----|------|---------|----------|----|----------------|----------------|---------|----------|---------|------|------|
| N:o 1. | 28. IV  | ca | 5   | ccm. | N:o 13. | 16. VII  | ca | 11,5           | ccm.           | N:o 25. | 15. VIII | ca      | 7,5  | ccm. |
| » 2.   | 28. IV  | »  | 0,5 | »    | » 14.   | 26. VII  | »  | 3,5            | » <sup>1</sup> | » 26.   | 15. VIII | »       | 22   | »    |
| » 3.   | 28. IV  | »  | 3,5 | »    | » 15.   | 26. VII  | »  | 4              | »              | » 27.   | 15. VIII | »       | 24   | »    |
| » 4.   | 9. V    | »  | 1   | »    | » 16.   | 26. VII  | »  | 16             | »              | » 28.   | 23. VIII | »       | 14,5 | »    |
| » 5.   | 9. V    | »  | 7   | »    | » 17.   | 26. VII  | »  | 23             | »              | » 29.   | 23. VIII | »       | 22   | »    |
| » 6.   | 19. V   | »  | 8   | »    | » 18.   | 26. VII  | »  | 12,5           | »              | » 30.   | 23. VIII | »       | 13,5 | »    |
| » 7.   | 1. VI   | »  | 3,5 | »    | » 19.   | 13. VIII | »  | 14             | »              | » 31.   | 23. VIII | »       | 21   | »    |
| » 8.   | 1. VI   | »  | 0,5 | »    | » 20.   | 13. VIII | »  | 10             | »              | » 32.   | 13. IX   | minimal |      |      |
| » 9.   | 16. VI  | »  | 18  | »    | » 21.   | 13. VIII | »  | 9,5            | »              | » 33.   | 13. IX   | »       |      |      |
| » 10.  | 16. VI  | »  | 100 | »    | » 22.   | 13. VIII | »  | — <sup>2</sup> |                | » 34.   | 13. IX   | »       |      |      |
| » 11.  | 16. VII | »  | 7,5 | »    | » 23.   | 15. VIII | »  | 10             | »              | » 35.   | 13. IX   | »       |      |      |
| » 12.  | 16. VII | »  | 7   | »    | » 24.   | 15. VIII | »  | 5              | »              | » 36.   | 17. X    | »       |      |      |

Folgende Formen spielten während kürzerer oder längerer Zeit im Plankton eine Rolle:

\*\*\*\*\* *Bosmina obtusirostris* Sars

*Ceriodaphnia quadrangula* O. F. MÜLLER

\* *Diaphanosoma brachyurum* LIÉVIN

*Cyclops strenuus* FISCHER

\* *Polyphemus pediculus* L.

*C. Leuckarti* CLAUS

\*\* *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER

<sup>1</sup> Am 26. VII wurde das Volumen schon nach 10 Min. langem Absetzen des Planktons im Mensurglas, sonst immer erst nach 15 Min. abgelesen.

<sup>2</sup> Das Planktonvolumen dieser Probe wurde nicht gemessen.

Ende April nahm *Cyclops strenuus* eine stark dominierende Stellung im Plankton ein und war beinahe allein die Ursache der für diese frühe Periode nicht unbedeutlichen Zooplanktonmenge. Neben ihm kamen nur noch *Bosmina obtusirostris* und *Diaptomus gracilis* einigermassen häufig vor.

Am 9. V hatte *Cyclops strenuus* schon stark an Bedeutung verloren und die erste Stelle unter den Zooplanktonten der *Bosmina obtusirostris* überlassen. Diese Spezies war sodann bis zum Herbst die weitaus wichtigste Form, die vielfach sogar und bei gleichzeitig sehr grosser Gesamtplanktonmenge ausserordentlich stark dominierte. Zu welcher Alleinherrschaft im Plankton diese Art es zeitweise bringen konnte zeigen folgende durch Zählung ermittelte Angaben über die Abundanz der einzelnen Zooplanktonten in fünf aus verschiedenen Teilen des Teiches bzw. aus verschiedener Wassertiefe stammenden Proben, die alle am 26. VII genommen wurden:

Probe N:o 14.<sup>1</sup>

Oberfläche. Volumen ca 3,5 ccm.

|                                      |           |                   |
|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| <i>Bosmina obtusirostris</i> .....   | 934 St. = | 72,7 %            |
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....    | 148 » =   | 11,5 »            |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> ..... | 116 » =   | 9,0 »             |
| <i>Scapholeberis mucronata</i> ..    | 49 » =    | 3,8 »             |
| <i>Daphnia longispina</i> .....      | 23 » =    | 1,8 »             |
| <i>Andere Formen</i> .....           | 14 » =    | 1,1 »             |
|                                      |           | <hr/>             |
|                                      |           | 1284 St. = 99,9 % |

Probe N:o 15.<sup>1</sup>

Tiefe. Volumen ca 4 ccm.

|                                      |           |                   |
|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| <i>Bosmina obtusirostris</i> .....   | 713 St. = | 79,7 %            |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> ..... | 97 » =    | 10,8 »            |
| <i>Daphnia longispina</i> .....      | 59 » =    | 6,6 »             |
| <i>Andere Formen</i> .....           | 26 » =    | 2,9 »             |
|                                      |           | <hr/>             |
|                                      |           | 895 St. = 100,0 % |

## Probe N:o 16.

Oberfläche. Volumen ca 16 ccm.

|                                      |           |                   |
|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| <i>Bosmina obtusirostris</i> .....   | 837 St. = | 96,9 %            |
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....    | 12 » =    | 1,4 »             |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> ..... | 9 » =     | 1,0 »             |
| <i>Andere Formen</i> .....           | 6 » =     | 0,7 »             |
|                                      |           | <hr/>             |
|                                      |           | 864 St. = 100,0 % |

## Probe N:o 17.

Oberfläche. Volumen ca 23 ccm.

|                                    |           |                  |
|------------------------------------|-----------|------------------|
| <i>Bosmina obtusirostris</i> ..... | 899 St. = | 95,3 %           |
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....  | 24 » =    | 2,5 »            |
| <i>Scapholeberis mucronata</i> ... | 15 » =    | 1,6 »            |
| <i>Andere Formen</i> .....         | 5 » =     | 0,5 »            |
|                                    |           | <hr/>            |
|                                    |           | 943 St. = 99,9 % |

## Probe N:o 18.

Oberfläche. Volumen ca 12,5 ccm.

|                                      |           |                    |
|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| <i>Bosmina obtusirostris</i> .....   | 963 St. = | 88,2 %             |
| <i>Polyphemus pediculus</i> .....    | 61 » =    | 5,6 »              |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> ..... | 58 » =    | 5,3 »              |
| <i>Andere Formen</i> .....           | 10 » =    | 0,9 »              |
|                                      |           | <hr/>              |
|                                      |           | 1092 St. = 100,0 % |

Wenn die Ergebnisse der Zählung von allen diesen Proben zusammengezogen werden, erhalten wir folgende Zahlen:

|   |            |                    |
|---|------------|--------------------|
| <i>Bosmina obtusirostris</i> .....      | 4346 St. = | 85,6 %             |
| <i>Alle anderen Formen zusammen</i> ... | 732 » =    | 14,4 »             |
|   |            | <hr/>              |
|   |            | 5078 St. = 100,0 % |

<sup>1</sup> Die Proben 14 und 15 wurden am selben Platz im Teiche genommen, die eine an der Oberfläche, die andere in etwa 0,75–1,2 m. Tiefe.



Ich hätte mich mit der Anführung dieser letzten Zahlen begnügen können, habe es aber vorgezogen, auch die Einzelergebnisse der verschiedenen Fänge mitzuteilen, weil es hierdurch klarer wird, dass es sich nicht um eine starke lokale Anhäufung von *Bosmina* handelte, sondern dass diese Form überall im Teiche sehr stark vorherrschte. Ferner zeigt uns ein näherer Vergleich der Zahlenwerte in den verschiedenen Fängen — wenn wir zugleich die für diese gegebenen Volumangaben berücksichtigen —, dass die wirkliche Rolle der *Bosmina* noch viel grösser gewesen muss, als aus dem Endresultat hervorzugehen scheint. Denn eben in den Fängen, wo das Planktonvolumen am grössten war, finden wir auch die höchste Prozentzahl für *Bosmina*.

Die dominierende Rolle der *Bosmina obtusirostris* am 26. VII war keine Ausnahmeerscheinung. Die Art behielt vielmehr, wie schon oben erwähnt wurde, von Anfang Mai bis zum September beinahe ununterbrochen ihre vorherrschende Stellung bei und brachte es vielleicht bisweilen zu noch grösserer Massenproduktion als am genannten Tage. So setzte sich die ganz kolossale Planktonmenge — 100 ccm in 10 Netzzügen — der einen Probe vom 16. VI hauptsächlich aus *Bosmina obtusirostris* zusammen und sowohl am 15. wie auch am 23. August finden wir die Art bei sehr beträchtlicher Gesamtplanktonproduktion immernoch dominierend.

Trotz dieser anhaltend ausserordentlich grossen Bedeutung der *Bosmina obtusirostris* waren auch andere Formen zeitweise im Plankton stark vertreten. Unter diesen anderen Formen sind vor allem *Diaphanosoma brachyurum*, *Polyphemus pediculus* und *Daphnia longispina* zu nennen.

Von *Diaphanosoma* wurde am 9. V nur ein einziges junges Individuum gesehen, am 1. VI war aber die Art an dem einen Fangplatz (Probe N:o 7) schon sehr stark vertreten, und später finden wir sie den ganzen Sommer mehr oder weniger zahlreich (aber ungleichmässig verteilt) vor. Irgendwelche deutliche Maxima konnten kaum unterschieden werden. Vielleicht war doch *Diaphanosoma* im August in grösster Menge vorhanden. Gleichwie die später zu besprechende *Ceriodaphnia quadrangula* war sie für die Nachtproben vom 13. VIII besonders charakteristisch.

Von *Polyphemus* wurde ein einziges Exemplar schon im April gefunden. Im Mai wurde die Art sodann allmählich häufiger und erreichte wahrscheinlich Anfang Juni ein nur schwach ausgeprägtes Maximum. Danach kam sie den ganzen Sommer im Oberflächenplankton ziemlich häufig aber meistens nicht sehr zahlreich vor. Am schwächsten scheint sie im späteren Teil des Juli vertreten gewesen zu sein. Im August (15. u. 23.) trat sie stellenweise wieder massenhaft auf, wurde aber an anderen Stellen gleichzeitig beinahe gänzlich vermisst. Am 13. IX wurde sie nur ganz vereinzelt in einer einzigen von 4 Oberflächenproben angetroffen, und scheint die Kolonie demnach zu dieser Zeit zum grössten Teil ausgestorben gewesen zu sein.

*Daphnia longispina* war schon im April vereinzelt im Plankton vorhanden, nahm später zwar an Zahl beträchtlich zu, spielte aber dennoch immer eine mehr oder weniger untergeordnete Rolle. Relativ am stärksten scheint sie um die Mitte von Juli — vielleicht auch schon im Anfang dieses Monats — vertreten gewesen zu sein.

und kam am 16. VII in zwei Proben an Bedeutung unmittelbar nach der *Bosmina*, deren starke Konkurrenz sie aber niemals auch nur annähernd zu überwinden vermochte. Ganz vereinzelt wurde *Daphnia* noch im Oktober vorgefunden.

Weniger als die vorherbesprochenen Formen bedeutete *Ceriodaphnia quadrangula*, die nur im August in ziemlicher Menge sich zeigte. Zum erstenmale kam diese Art in der Tiefenprobe vom 16. VII zum Vorschein, wurde aber in den Oberflächenproben desselben Tages nicht beobachtet<sup>1</sup>. Am 26. VII scheint sie im Plankton sehr schwach vertreten gewesen, kam aber in den am 13. VIII des Nachts genommenen Proben sehr zahlreich vor. Sie war bei dieser Gelegenheit sowohl an der Oberfläche wie in der Tiefe stark vertreten, besonders stark aber in den Tiefenproben, in denen sie der *Bosmina* an Zahl etwa gleichkam. Da zwei Tage später (15. VIII) und ebenso am 23. VIII *Ceriodaphnia quadrangula* sowohl in der Tiefe als an der Oberfläche nur viel spärlicher im Plankton zu finden war, ist es möglich, dass es sich am 13. VIII um ein nächtliches Auswandern der Art aus den Vegetationsgebieten in das freie Wasser handelte. *Cyclops Leuckarti* war nur Ende Mai und Anfang Juni verhältnismässig stark vertreten und kam danach den ganzen Sommer spärlich oder vereinzelt vor. Besonders selten scheint er im Hochsommer gewesen zu sein.

Von Interesse ist, dass *Conochilus volvox* im Jahre 1918 in diesem Teiche niemals eine Rolle spielte. Abgesehen von einigen im Juli und September vereinzelt gefundene Individuen, wurde er nur am 1. VI — und auch damals nur spärlich — angetroffen.

Gleichwie in den meisten anderen Teichen der Versuchsstation starb auch in diesem die Hauptmasse derjenigen Planktontiere, welche sich an den sommerlichen Hochproduktionen beteiligt hatten, zum grössten Teil schon Anfang September ab. Am 13. IX waren nämlich nur ganz kümmerliche Überreste des noch am 23. VIII stattlich entwickelten Zooplanktons zurück. Die Planktonmenge war überall im Teiche sehr minimal.

Dieses quantitativ so dürftige Plankton enthielt aber eine auffallend grosse Zahl verschiedener Formen. Ausser Nauplien, Ostracoden, Hydracarinen, Insektenlarven und Oligochæten kamen nämlich in den vier Planktonproben wenigstens 30 — wahrscheinlich noch mehr — verschiedene Spezies vor. Alle die im Sommer wichtigen Arten (*Bosmina obtusirostris*, *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Diaphanosoma brachyurum* und *Polyphemus pediculus*) waren noch — wenn auch in sehr vermindelter Zahl — vorhanden. Unter diesen war *Bosmina obtusirostris* immernoch am stärksten vertreten. Von *Diaphanosoma* wurde nur ein einziges Exemplar, von *Polyphemus* kaum viele mehr gesehen.

Was aber vor allem in diesen Proben auffiel, war die starke Vertretung verschiedener Lynceiden und das — im Verhältnis zur geringen Planktonmenge — zahlreiche Vorkommen einer *Synchaeta* sp. Diese nahm in den mit dem Müllergazennetz genommenen zwei Proben die erste Stelle unter den Zooplanktonten ein.

Von Lynceiden wurden 10 verschiedene Spezies gefunden. Unter diesen muss vor allem *Peratacantha truncata* O. F. Müller, die in allen Oberflächenproben mit

<sup>1</sup> Vielleicht kam jedoch diese Art in der Tiefe schon früher als Mitte Juli vor.



zu den wichtigsten Formen zählte, hervorgehoben werden. Ferner seien hier noch *Lynceus affinis* LEYDIG, *Pleuroxus laevis* SARS, *Acroperus harpae* BAIRD und *Eurycerus lamellatus* O. F. MÜLLER erwähnt.

Die Gattung *Cyclops* war wenigstens durch vier verschiedene Arten (*C. strenuus*, *Leuckarti*, *serrulatus*<sup>1</sup> und *albidus*) vertreten.

Von Rotatorien wurden ausser der in grösserer Zahl vorkommenden *Synchaeta* sp. noch *Noteus quadricornis* EHRBG, *N. militaris* EHRBG, *Polyarthra platyptera* u. a. vereinzelt gefunden.

### 1919.

Im Sommer 1919 wurden insgesamt nur 4 Planktonproben, namentlich am 16. VI eine Oberflächenprobe mit dem Griesgazenetz und am 7. VII eine Oberflächen- und eine Tiefenprobe mit demselben Netze und eine Oberflächenprobe mit einem Wurfnetz aus Müllergaze N:o 12 genommen.

In der erstgenannten Probe war keine besondere Art dominierend. Am zahlreichsten kamen aber *Diaphanosoma brachyurum*, *Polyphemus pediculus* und *Bosmina obtusirostris* vor. Weniger zahlreich, aber doch sehr häufig waren *Cyclops Leuckarti* und *Daphnia longispina*, viel spärlicher wieder *Bosmina longirostris* und *Chydorus sphaericus*.

Am 7. VII waren sowohl an der Oberfläche wie in der Tiefe *Bosmina obtusirostris*, *Diaphanosoma brachyurum* und *Daphnia longispina* die wichtigsten Formen, ohne dass irgendeine derselben vor den anderen merklich hervortrat. An zweiter Stelle sind *Polyphemus* und die besonders in der Müllernetzprobe in nicht ganz unbeträchtlicher Zahl vorkommenden Nauplien und älteren Jugendstadien von *Cyclops* zu nennen. Diese jugendlichen Cyclopiden konnten im Allgemeinen nicht bestimmt werden. Unter einigen grösseren Individuen gelang es mir doch *Cyclops Leuckarti* festzustellen. Daneben kamen aber sicher noch wenigstens eine, vielleicht mehrere Spezies vor. — In der Tiefenprobe spielte noch *Ceriodaphnia quadrangula* eine beachtenswerte Rolle.

Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass in der mit dem Müllergazenetz genommenen Probe kein einziges Rädertier gefunden wurde.

### 1920.

Im Frühjahr 1920 erfolgte die Aufstauung des Teiches schon Ende März, ohne dass jedoch Wasser aus dem Bache eingeleitet wurde. Infolge des von dem ziemlich beträchtlichen Niederschlagsgebiet reichlich zuströmenden Wassers war der Teich dennoch schon am 30. III zum grössten Teil von Wasser bedeckt. Nachdem

<sup>1</sup> Unter dem Namen *C. serrulatus* wird hier auch diejenige Form, welche LILLJEBORG mit dem Namen *C. varius* belegte und als besondere Art betrachtete, mit einbegriffen. Ich habe nur deswegen diese Formen, welche deutsche Forscher nicht zu unterscheiden scheinen, zusammengefasst, weil sie nicht ohne ziemlich mühselige Untersuchung zu unterscheiden sind und eine solche zeitraubende Arbeit bei der ganz geringfügigen Rolle dieser Tiere im Plankton der Anebodateiche mir zwecklos erschien. Ich möchte doch bemerken, dass ich in Aneboda beide Formen gesehen habe und dass *C. varius* sogar viel häufiger als der *C. serrulatus* im Sinne LILLJEBORGS zu sein scheint.



von diesem Tage an Wasser auch vom Bache aus eingeleitet worden war, wurde der normale Wasserstand sodann bald erreicht.

Im Jahre 1920 wurde ausschliesslich mit dem Müllergazennetz gefischt. Die einzelnen Fangtage waren folgende: 30. III, 17. V, 24. V, 1. VI, 12. VII und 21. VIII.

Die zwei am 30. III in einander entgegengesetzten Teilen des Teiches gemachten Fänge sind dadurch von besonderem Interesse, dass der Teich damals nur etwa eine Woche aufgestaut gewesen war und dass er noch kein Wasser aus dem Bache erhalten hatte. Wir können somit von diesen Fängen etwas Licht über die mit dem ersten Erwachen der Planktontiere aus im trockengelegten Teichboden überwinterten Dauerstadien und mit der Bedeutung verschiedener Bodenregionen für die Zooplanktonentwicklung zusammenhängenden Fragen erwarten. Da diese Fragen in einem späteren Kapitel eingehend erörtert werden sollen, dürfte indessen an dieser Stelle das blosses Anführen der tatsächlichen Befunde genügen.

Bei der Untersuchung der beiden Proben zeigte sich, dass ein wirkliches Zooplankton schon am 30. III sich entwickelt hatte. Die Planktonmenge war zwar in beiden Fällen nur ganz gering, an dem einen Fangplatz jedoch merklich grösser als an dem andern. Es wurden folgende Formen festgestellt: *Nauplien*, *Bosmina obtusirostris*, *Cyclops strenuus*, *Harpacticide*, *Daphnia longispina*, *Sida crystallina*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops sp.*, *Rotatorien*, *Hydracarine*, *Chironomidenlarve*.

In grösster Menge kamen die Nauplien vor, aber auch *Bosmina obtusirostris* war schon in ziemlicher Zahl vorhanden. An dritter Stelle aber weit hinter den beiden erstgenannten Formen kam *Cyclops strenuus*, an vierter wahrscheinlich die *Harpacticide*. Alle übrigen waren nur sehr spärlich vertreten, von einigen wurde überhaupt nur ein einziges oder einige wenige Individuen gefunden.

*Cyclops strenuus* kam als halberwachsene oder erwachsene Individuen (sowohl ♀♀ als ♂♂), die offenbar als solche überwintert hatten, vor. Einige ♀♀ trugen auch schon Eiersäcke. Die Nauplien gehörten wahrscheinlich zum grössten Teile der Gattung *Diaptomus*, einige wohl auch einer *Harpacticide* an.

Die Cladoceren waren alle junge, noch nicht fortpflanzungsfähige Tiere der ersten Generation. Von *Bosmina obtusirostris* wurden jedoch auch schon ziemlich grosse Stücke gefunden, die vermutlich etwas älter als die noch ganz kleinen *Daphnien* waren.

Am 17. V war *Bosmina obtusirostris* die weitaus wichtigste Form, *Synchaeta* sp. und *Cyclops strenuus* kamen aber auch zahlreich vor. Ausserdem spielte nur noch *Polyphemus* eine Rolle, während *Daphnia* sehr schwach vertreten war. Nur eine Woche später (24. V) war die Zusammensetzung des Planktons schon ganz verändert. *Conochilus volvox*, von dem am 17. V nur eine einzige Kolonie gefunden wurde, war an die erste Stelle gerückt und kam massenhaft vor. Wenigstens volumetrisch — wenn auch nicht nach Individuenzahl — schien ferner *Bosmina obtusirostris* auch noch von *Polyphemus* distanziert worden. *Cyclops strenuus* war stark zurückgegangen, *Synchaeta* spielte überhaupt keine Rolle mehr. *Daphnia* war fortwährend nur spärlich zu finden.

Am 1. VI war *Conochilus* immernoch die wichtigste Form. Sonst fällt vor allem auf, dass *Daphnia* stark zugenommen hatte und jetzt an Bedeutung der *Bos-*

*mina* und dem *Polyphemus* etwa gleichkam. *Cyclops strenuus* war sehr spärlich geworden, von *Synchaeta* wurde nichts mehr gesehen.

Da im Monat Juni keine weitere Planktonfänge gemacht wurden, lässt sich nicht entscheiden, wie lange das massenhafte Vorkommen von *Conochilus* andauerte. Nach allen meinen sonstigen Beobachtungen zu schliessen, handelte es sich aber wahrscheinlich um ein schnell vorübergehendes Maximum. Jedenfalls war im Juli und August von dieser Spezies keine Spur mehr zu sehen.

In den eigentlichen Sommermonaten waren vor allem *Bosmina obtusirostris*, *Daphnia longispina*, *Polyphemus pediculus* und *Diaphanosoma brachyurum* an der Zusammensetzung des Zooplanktons beteiligt, und besonders zwischen den beiden erstgenannten Formen scheint der Konkurrenzkampf sich in erster Linie abgespielt zu haben. Am 12. VII hatte *Bosmina*, am 21. VIII *Daphnia* die Oberhand. Hierbei ist doch zu beachten, dass die Gesamtplanktonmenge am erstgenannten Tage etwa dreimal so gross, wie am letztgenannten war.

*Polyphemus* war am 12. VII viel stärker als am 21. VIII vertreten, *Diaphanosoma* in beiden Proben nur von sekundärer Bedeutung. Im August kam zu den bisher genannten Formen auch noch *Ceriodaphnia quadrangula* in ziemlicher Menge hinzu.

Trotzdem dass ein Müllergazennetz, das auch die kleineren Rotatorien fängt, zur Anwendung kam, war ein einziges Individuum von *Polyarthra platyptera* alles, was im Juli und August 1920 von Rädertieren gesehen wurde.

---

Stellen wir nun die Befunde aus den verschiedenen bis jetzt besprochenen Jahren gegeneinander so sehen wir — abgesehen von der aus meinem Material nicht ersichtlichen Rolle der Rotatorien im Frühjahr 1918 — erstens, dass *Cyclops strenuus* sowohl 1918 wie 1920 zu Beginn der Saison im Frühjahr im Plankton stark vertreten war, um dann wieder bald gänzlich zu verschwinden. In Bezug auf *Conochilus volvox* finden wir dagegen einen auffallenden Unterschied zwischen den beiden Jahren. Zwar fiel das Maximum der Art beidemale genau in dieselbe Zeit und war vermutlich auch beidemale von sehr kurzem Dauer. Dieses Maximum aber war in dem einen Jahre (1918) nur ganz gering und daher für den Planktoncharakter ohne Belang, im andern (1920) dagegen sehr bedeutend.

Während der eigentlichen Sommermonate begegnen wir in allen drei Jahren in der Hauptsache dieselben Spezies, aber in dem einen Jahre (1918) brachte es eine derselben (*Bosmina obtusirostris*) zu solch einer Massenentwicklung, dass die übrigen nur eine ganz sekundäre Rolle zu spielen kamen, während in den beiden anderen Jahren keine besondere Art zu unbestrittener Herrschaft gelangte.

---

Zum Schluss seien hier noch einige ältere, zum Teil schon früher publizierte, Notizen über das Zooplankton des Teiches Jämfälledammen kurz referiert.

Aus diesen älteren Daten kann nun erstens mit grosser Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass in den Sommern 1907 und 1908 — die beiden ersten



nach der Anlage — *Daphnia longispina* die leitende Zooplanktonform des Teiches war. Im Oberflächenplankton scheint daneben auch *Polyphemus* von grosser Bedeutung gewesen zu sein. Dagegen wird *Bosmina obtusirostris* aus diesen Jahren gar nicht erwähnt und kann somit wenigstens im Sommer 1907, wo drei am 9. bzw. 29. Juli und Mitte August genommene Proben untersucht wurden, keine erwähnenswerte Rolle im Plankton des Teiches gespielt haben.

Im Sommer 1909 finden wir aber *Bosmina obtusirostris* schon stark vertreten. Am 11. August des genannten Jahres waren nämlich diese Spezies und *Daphnia longispina* die Hauptformen des Planktons. Daneben scheinen auch — wenigstens an einigen Stellen — *Polyphemus* und *Diaphanosoma* von Bedeutung gewesen zu sein. Auch *Conochilus* wird als an dem einen Fangplatz »ziemlich zahlreich« vorkommend bezeichnet. Da aber schon einige wenige unter dem Drucke des Deckglases zersprengte *Conochilus*kolonien den Eindruck eines zahlreichen Vorkommens vortäuschen können, kann auf diese, mit allen meinen sonstigen Erfahrungen im Widerspruch stehenden Angabe, kein grösseres Gewicht gelegt werden. Abgesehen von *Conochilus* scheint also das Zooplankton im August 1909 von beinahe ganz derselben Zusammensetzung wie im August 1920 gewesen zu sein. Auch das Vorkommen einer *Ceriodaphnia*-Art wird 1909 nebenbei erwähnt.

Eine Parallele zum Sommer 1918 finden wir wieder im Sommer 1910. Am 13. VII dieses Jahres war nämlich *Bosmina obtusirostris* an allen sieben untersuchten Stellen die vorherrschende Art und scheint auch damals wie im Sommer 1918 in sehr grossen Mengen vorgekommen zu sein. Als an allen Lokalen die zweite Stelle einnehmend wird *Daphnia longispina*, die auch zahlreich vorhanden gewesen sein soll, erwähnt.

Im Sommer 1917 wurde das Plankton dieses Teiches nur am 7. VI untersucht. Damals war *Polyphemus* an allen Fangplätzen die — an der Oberfläche — vorherrschende Art. Ausserdem kamen auch *Diaphanosoma brachyurum* und *Conochilus volvox* in grösserer Zahl vor. Dagegen werden weder *Bosmina obtusirostris* noch *Daphnia longispina* erwähnt.

### Teich Övre Brittelaggdammen.

Areal: 0,66 ha.

Schon ehe dass die Versuchsstation zustandegekommen war, hatte der vorige Grundbesitzer an einer engen Stelle zwischen dem schon früher erwähnten Rollsteinrücken und dem gegenüberliegenden waldigen Abhang einen kurzen Querdamm gebaut und dadurch einen kleineren Fischteich erhalten. Da nun dieser Damm nicht genügte um auch die oberen Teile des Geländes für Fischereizwecke völlig auszunützen, wurde bei der Anlage der Versuchsstation der vorher bestehende Teich in zwei geteilt. Der obere und grössere von den so entstandenen beiden Teichen ist der hier zu besprechende Övre Brittelaggdammen.



Nach oben grenzt dieser Teich unmittelbar an dem vorherbesprochenen Teich Jämfälledammen, von dem er nur durch einen Damm getrennt ist und von dem aus er auch gespeist wird.

Die Tiefe des Teiches ist nur gering, im Durchschnitt 0,6 m kaum überschreitend. Die grösste Tiefe — vor dem Ablassmönch — ist bei normalem Wasserstande etwa 1,20 m.

Da die lockeren oberen Schichten des Torfbodens grosse Geneigtheit zeigten, nach der Wasseraufstauung an die Oberfläche zu steigen, wurde in früheren Jahren der Boden stellenweise durch Kiesauffuhr belastet.

Die Vegetation — hauptsächlich aus über die Teichfläche zerstreuten, durch freies Wasser von einander getrennten Gruppen von *Carex* und *Glyceria* bestehend — ist in den späteren Jahren mässig entwickelt gewesen. In dem nördlichen, tiefsten Teil ist ein etwas grösseres zusammenhängendes Gebiet freien Wassers vorgekommen.

Im Jahre 1910 wurde gekalkt, in den Sommern 1912—1915 und 1920 gefüttert. Sonst sind — abgesehen davon dass der Graswuchs in einigen Jahren abgemäht wurde — keine besondere Kulturmassnahmen hier getroffen worden. Der Teich ist immer im Sommer bespannt und im Winter trocken gewesen.

### Das Zooplankton.

Das Planktonmaterial stammt nur aus den Jahren 1918 und 1920.

#### 1918.

Der Teich wurde im Jahre 1918 zwar früh aufgestaut, füllte sich aber nur sehr langsam, da Wasser aus dem Jämfälledammen anfänglich nicht eingeleitet werden konnte. Am 16. IV waren nur die am tiefsten gelegenen Teile von Wasser bedeckt, und noch am 27. IV war der Wasserstand sehr niedrig. Erst am 2. V — nachdem Wasser inzwischen eingeleitet worden war — konnte der Teich als vollbespannt bezeichnet werden. Danach hielt sich der Wasserstand den ganzen Sommer wenigstens auf etwa normaler Höhe.

Die einzelnen Fangtage und die jedesmal in 10 Zügen mit dem Griesgazenetz erhaltenen Planktonvolumina waren folgende<sup>1</sup>:

|        |        |            |        |         |                      |        |       |            |
|--------|--------|------------|--------|---------|----------------------|--------|-------|------------|
| N:o 1. | 28. IV | ca 0,5 ccm | N:o 5. | 16. VI  | ca 6 ccm             | N:o 9. | 7. IX | minimal    |
| » 2.   | 2. V   | » 0,5 »    | » 6.   | 16. VI  | » 2,5 » <sup>2</sup> | » 10.  | 7. IX | ca 1,5 ccm |
| » 3.   | 9. V   | » 3 »      | » 7.   | 16. VII | » 15,5 »             |        |       |            |
| » 4.   | 30. V  | » 5,5 »    | » 8.   | 1. VIII | » 7 »                |        |       |            |

Folgende Formen spielten während kürzerer oder längerer Zeit im Plankton eine Rolle:

<sup>1</sup> Alle Proben mit Ausnahme von N:o 6 wurden am Ablassmönch, N:o 10 in der Tiefe, die übrigen an der Oberfläche genommen.

<sup>2</sup> Die Probe war sehr stark mit Fadenalgen, Detritus und groben Pflanzenteilen vermengt. Die Volumbestimmung ist daher sehr ungenau.

|   |  |
|---|--|
| *** <i>Bosmina obtusirostris</i> Sars     | <i>Cyclops strenuus</i> Fischer          |
| ** <i>Polyphemus pediculus</i> L.         | <i>C. Leuckarti</i> Claus                |
| ** <i>Daphnia longispina</i> O. F. Müller | <i>Bosmina longirostris</i> O. F. Müller |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> Liévin     | <i>Ceriodaphnia</i> sp.                  |
|   | <i>Conochilus volvox</i> Ehrbg.          |

Am 28. IV setzte sich das noch sehr spärliche Zooplankton vor allem aus *Bosmina longirostris*, *Cyclops strenuus*, *Bosmina obtusirostris* und *Daphnia longispina* zusammen. Die Bedeutung dieser Formen war etwa in der Reihenfolge, wie sie hier aufgezählt sind, abgestuft. Nicht selten kam ferner noch eine *Diaptomus*-Art vor. Am 2. V hatte *Cyclops strenuus* die Oberhand über alle anderen Formen gewonnen. Häufig aber nicht zahlreich waren die beiden *Bosmina*-Arten und *Diaptomus* sp.<sup>1</sup> Während am 28. IV von *C. strenuus* hauptsächlich erwachsene Individuen, die zum grossen Teil schon Eiersäcke trugen, vorkamen, waren am 2. V ausserdem noch zahlreiche junge Tiere vorhanden. Am 9. V waren die alten Tiere schon grösstenteils ausgestorben, hatten aber eine reichliche Nachkommenschaft, die nun zusammen mit den *Bosmina*-Arten die Hauptmasse des Planktons ausmachte, hinterlassen. Von den *Bosminen* war jetzt schon *obtusirostris* zahlreicher als *longirostris*.

Etwa Mitte Mai dürfte die Rolle des *Cyclops strenuus* und der *Bosmina longirostris* ausgespielt und damit auch die vor allem durch diese Formen charakterisierte erste Frühjahrsperiode beendet gewesen sein. Jedenfalls sehen wir in der Probe vom 30. V von diesen Formen keine Spur mehr. Dafür hatte *Bosmina obtusirostris* eine erhöhte Bedeutung gewonnen, und *Polyphemus pediculus* war als zweite Hauptform hinzugekommen. Ferner waren zu dieser Zeit auch noch *Daphnia longispina* und *Conochilus volvox* stark vertreten.

Im Juni und Juli wurde sodann der Charakter des Planktons in erster Linie von *Bosmina obtusirostris* bestimmt. An zweiter Stelle ist *Polyphemus* zu nennen. Diese Art spielte besonders im Juni eine stark hervortretende Rolle scheint aber im Juli — wo *Bosmina* bei maximaler Gesamtplanktonmenge besonders stark dominierte — etwas abgenommen zu haben. Ausser den genannten beiden Formen waren in der fraglichen Periode nur noch *Diaphanosoma brachyurum* und *Daphnia longispina* von einiger Bedeutung. Von diesen war *Daphnia* in der Juli-Probe zwar sehr schwach vertreten, dies dürfte aber wenigstens zum Teil auf ungleichmässige Verteilung zurückzuführen sein.

Aus dem vorhandenen Material lassen sich zwar nicht einwandfreie Schlüsse ziehen, es will aber doch scheinen, als ob der *Bosmina* Ende Juli eine starke Konkurrenz von Seiten anderer Formen entstanden wäre. Jedenfalls spielte *Daphnia* in der Probe vom 1. VIII eine etwa ebenso grosse Rolle wie *Bosmina*, *Polyphemus* hatte an Bedeutung merklich zugenommen und ausserdem erschien auch *Cyclops*

<sup>1</sup> Von *Diaptomus* wurden in diesem Teich immer nur junge, nicht sicher bestimmbare Tiere gefunden.

*Leuckarti* in ziemlicher Menge. *Diaphanosoma brachyurum* und *Ceriodaphnia* sp. waren zu dieser Zeit zwar nicht zahlreich aber auch nicht selten.

Anfang September bemerken wir einen plötzlichen Abfall der Gesamtplanktonmenge. Am 7. IX war somit die Planktonquantität an der Oberfläche — trotz des Vorkommens einer ganzen Reihe verschiedener Spezies — nur sehr minimal. In die quantitativ etwas reichere, qualitativ aber ärmere Tiefenprobe war *Daphnia* dominierend und *Ceriodaphnia quadrangula* ziemlich zahlreich.

### 1920.

Aus dem Jahre 1920 sind nur drei, am 12. VII, 20. VIII und 5. X mit dem Müllergazennetz N:o 12 genommene Proben untersucht worden. Als Sammelproben dürften aber diese die wirkliche Zusammensetzung des Zooplanktons zu den betreffenden Zeiten ziemlich getreu widerspiegeln.

Die Planktonmenge war im Juli recht beträchtlich (etwa 12—13 ccm in 10 Netzzügen), am 20. VIII kaum halb so gross. Beidemal war das Plankton sehr bunt aus verschiedenen Arten zusammengesetzt, ohne ausgesprochene Dominanz für irgendwelche besondere Form. Immerhin spielten die *Bosmina*-Arten die grösste Rolle.

Am 12. VII waren beide *Bosmina*-Arten etwa gleich stark vertreten und eine jede derselben für sich von merklich grösserer Bedeutung als die auch zahlreich vorkommenden *Daphnia* und *Polyphemus*. Ausser den genannten Spezies konnte auch noch *Diaphanosoma* als ziemlich häufig bezeichnet werden.

Am 20. VIII nahm *Bosmina obtusirostris* deutlich die erste Stelle ein, ohne jedoch dominierend zu sein. *Bosmina longirostris*, *Daphnia* und junge Individuen von *Cyclops* (inkl. Nauplien) waren nämlich auch stark vertreten, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Diaphanosoma* und *Polyphemus* dazu noch ziemlich häufig.

Mit einer einzigen Ausnahme gehörten alle näher untersuchten — etwas grösseren — Cyclopiden dem *C. Leuckarti* an, und ist es deshalb mindestens sehr wahrscheinlich, dass diese Art auch unter den ganz jungen Tieren die grosse Mehrzahl ausmachte.

Am 5. X war die Planktonmenge noch ganz beträchtlich, hauptsächlich aus *Bosmina longirostris* und *Daphnia longispina* bestehend. Ausser diesen Hauptformen wurden noch folgende gesehen: *Bosmina obtusirostris*, *Scapholeberis mucronata*, *Polyphemus pediculus* und *Corethralarven*.

Vergleichen wir nun das Zooplankton des Sommers 1920 mit demjenigen im Sommer 1918, fällt vor allem die starke Vertretung der *Bosmina longirostris*, die im Sommer 1918 nur ser vereinzelt beobachtet wurde, auf. Ferner scheint *Daphnia* — vermutlich auch *Polyphemus* — im Juli 1920 von relativ grösserer Bedeutung als zur entsprechenden Zeit des Sommers 1918 gewesen zu sein.



## Teich Nedre Brittelaggdammen.

*Areal: 0,37 ha.*

Den kleineren unteren Teil des ursprünglichen, einheitlichen Teiches Brittelaggdammen ausmachend, grenzt der Nedre Brittelaggdammen unmittelbar an den Teich Övre Brittelaggdammen, von dem aus er auch gespeist wird. Die Beschaffenheit der beiden Teiche ist auch etwa die gleiche. Im Sommer 1918 war die *Carex*-Vegetation jedoch im Nedre Brittelaggdammen weniger, im Sommer 1920 dagegen viel stärker als in dem Övre Brittelaggdammen entwickelt.

Fütterung der Fische kam auch hier in den Jahren 1912—1915 und 1920 vor. Im Sommer 1916 wurde das Teichgras abgemäht und als eine Art Gründüngung im Wasser gelassen. Ausserdem bekam der Teich im selben Sommer eine Düngung von etwa 1900 kg Kalksteinmehl, 540 kg 20 % Kalisalz und 270 kg Superfosfat, alles pro ha. Im Frühjahr 1918 wurde sodann wiederum — diesmal mit etwa 8000 kg gebranntem Kalk pro ha — gekalkt. Dass diese ausserordentlich starke Kalkung grossen Einfluss auf die Kalkgehalt des Wassers ausgeübt hatte, zeigen die von G. AHLGREN (1) später im Sommer ausgeführten Bestimmungen der Gesamthärte des Wassers. Es zeigte sich nämlich hierbei, dass die Wasserhärte in dem seit vielen Jahren ungekalkten Övre Brittelaggdammen nur 0,9, in dem gekalkten Nedre Brittelaggdammen aber 2,7 deutsche Härtegrade betrug.

## Das Zooplankton.

Wie bei dem vorigen, stammt auch das Planktonmaterial von diesem Teiche nur aus den Jahren 1918 und 1920.

### 1918.

Hinsichtlich der Bespannung des Teiches im Frühjahr 1918 und des späteren Wasserstandes gilt in der Hauptsache auch für diesen Teich, was von dem vorigen berichtet wurde. Doch stieg das Wasser hier etwas früher über den grössten Teil der Teichsohle, aber anderseits blieb der Wasserstand viel länger auf einer sehr niedrigen Stufe stehen. Erst Mitte Mai wurde dieser Teich vollbespannt.

Die Fangtage und Planktonvolumina waren folgende<sup>1</sup>:

|        |         |    |     |     |        |         |    |     |     |
|--------|---------|----|-----|-----|--------|---------|----|-----|-----|
| N:o 1. | 9. V    | ca | 2,5 | ccm | N:o 5. | 16. VII | ca | 12  | ccm |
| » 2.   | 30. V   | »  | 4,5 | »   | » 6.   | 1. VIII | »  | 12  | »   |
| » 3.   | 16. VI  | »  | 4   | »   | » 7.   | 7. IX   | »  | 1,5 | »   |
| » 4.   | 16. VII | »  | 25  | »   |        |         |    |     |     |

Folgende Formen spielten während kürzerer oder längerer Zeit im Plankton eine Rolle:

<sup>1</sup> Alle Proben wurden an der Oberfläche und zwar — mit Ausnahme von N:o 5 — am Ablassmönch genommen.

|  |  |
|--|--|
| *** <i>Bosmina obtusirostris</i> Sars      | <i>Cyclops strenuus</i> Fischer          |
| *** <i>Daphnia longispina</i> O. F. Müller | <i>Bosmina longirostris</i> O. F. Müller |
| ** <i>Diaphanosoma brachyurum</i> Liévin   | <i>Conochilus volvox</i> Ehrbg.          |
| ** <i>Polyphemus pediculus</i> L.          |  |

Vergleichen wir die oben mitgeteilten Volumangaben mit denjenigen für den vorigen Teich, machen sich folgende Unterschiede bemerkbar: In der ersten Periode bis Mitte Juni war die Planktonmenge im N. Br. vielleicht etwas geringer als im Ö. Br. Zwischen Mitte Juni und Mitte Juli setzte dann in beiden Teichen eine kräftige Vermehrung des Zooplanktons ein, so dass in beiden Teichen die maximale Planktonmenge Mitte Juli erreicht wurde. Dieses Maximum scheint nun aber im N. Br. erheblich grösser als im Ö. Br. gewesen. Ganz sichere Schlüsse lassen sich doch nicht auf Grund des vorliegenden Materials ziehen. Qualitativ war das Zooplankton des hier zu besprechenden Teiches zwar in der Hauptsache aus denselben Spezies wie dasjenige des vorigen zusammengesetzt, und auch die Aufeinanderfolge der verschiedenen Formen war im Wesentlichen die gleiche. Aber dennoch können wir hinsichtlich der gegenseitigen Beziehungen der hauptsächlichsten Formen zueinander Verschiedenheiten feststellen, die für die Beurteilung von einigen, im allgemeinen Teil zu besprechenden Fragen von Interesse sein können.

Anfang Mai finden wir das Plankton hier wie im Ö. Br. vor allem durch *Cyclops strenuus* charakterisiert, und auch hier kamen am 9. V hauptsächlich nur junge Tiere dieser Art vor. Die zweite für das erste Frühjahrsplankton des vorigen Teiches typische Form, *Bosmina longirostris*, war nur spärlich vorhanden. Ausser *C. strenuus* waren auch noch *Bosmina obtusirostris* und *Daphnia longispina* von einiger Bedeutung. Von diesen war die erstere etwas stärker als die letztere vertreten. In Betreff der gegenseitigen Beziehung von *C. strenuus* zu *B. obtusirostris* finden wir den Teich N. Br. am 9. V auf einer etwas früheren Stufe der Planktonentwicklung als den Ö. Br. In diesem waren nämlich beide Formen am 9. V schon etwa gleich stark vertreten, während in N. Br. *C. strenuus* noch die weitaus wichtigere, beinahe dominierende Form war.

Am 30. V war *Cyclops strenuus* verschwunden und *Bosmina obtusirostris* an seiner Stelle die leitende Form geworden. *Polyphemus* kam zwar in ziemlicher Menge vor, spielte aber eine verhältnismässig geringere Rolle als zur selben Zeit im Nachbar-teich. *Daphnia* und *Conochilus* waren zwar häufig, aber nicht zahlreich. Am 16. VI waren *B. obtusirostris* und *Polyphemus* die einzigen Formen von Bedeutung, die *Bosmina* fortwährend — wenn auch nicht so ausgesprochen wie vorher — die Oberhand beibehaltend. *Diaphanosoma* und *Daphnia* machten sich zu dieser Zeit noch gar nicht geltend. Später scheinen aber gerade diese Formen im N. Br. viel besser als im Ö. Br. gediehen zu sein, denn sowohl *Bosmina* als auch *Polyphemus* wird von denselben allmählich immer mehr verdrängt. Während im letztgenannten Teich *Bosmina obtusirostris* am 16. VII stark vorherrschend und *Polyphemus* — als die zweite Stelle einnehmend — noch ziemlich häufig war, *Daphnia* dagegen keine Rolle



spielte, finden wir am selben Tage im N. Br. *Bosmina* zwar noch am stärksten vertreten, jedoch besonders von *Daphnia*, aber auch von *Diaphanosoma* in ihrer Stellung stark bedroht. Im Gegenteil war *Polyphemus* hier sehr stark zurückgegangen.

Noch auffälliger wird die Verdrängung der *Bosmina* etwas später. Am 1. VIII machten nämlich *Daphnia* und *Diaphanosoma* zusammen die Hauptmasse des Planktons aus, während *Bosmina* und *Polyphemus* — welch letzterer indessen seit Mitte Juli etwas zugenommen hatte — an Bedeutung weit hinter diesen zurückblieben.

In der — quantitativ unbedeutenden — Probe vom 7. IX waren *Daphnia longispina* und *Bosmina longirostris* (relativ) sehr häufig, *Bosmina obtusirostris* ziemlich häufig. Vereinzelt wurden noch folgende eigentliche Teichplanktontiere festgestellt: *Ceriodaphnia quadrangula*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Polyphemus pediculus* und *Conochilus volvox*.

### 1920.

Im Sommer 1920 wurden in diesem Teiche an denselben Tagen — 12. VII und 20. VIII — wie in dem vorigen Sammelproben mit dem Müllergazennetz genommen.

Das Plankton war beidemal in beiden Teichen von so ähnlicher Zusammensetzung, dass hier nur ein paar Korrekturen des von dem Plankton des Teiches Övre Brittelaggdammen Gesagten gemacht zu werden brauchen um eine Wort für Wort auch auf den Teich Nedre Brittelaggdammen passende Charakteristik zu erhalten.

Die eine Korrektur betrifft das Verhalten der Formen *Polyphemus* und *Diaphanosoma*. Diese scheinen am 12. VII einander gewissermassen vertreten zu haben, so dass dieselbe Rolle, welche *Polyphemus* in dem Ö. Br. spielte, in dem N. Br. der *Diaphanosoma* zukam. Der Satz lässt sich aber nicht umkehren, da die Bedeutung des *Polyphemus* im letztgenannten Teich viel geringer als diejenige der *Diaphanosoma* im erstgenannten war.

*Polyphemus* war nämlich am 12. VII nur spärlich, am 20. VIII sogar nur ganz vereinzelt im Plankton des Teiches N. Br. zu finden.

Die andere — weniger bedeutende — Korrektur gilt dem *Cyclops Leuckarti* (inkl. Nauplien), der am 12. VII im N. Br. etwas häufiger als im Ö. Br. vorkam.

### Accessorische Bestandteile des Zooplanktons der Anebodateiche.

Unter dieser Bezeichnung fasse ich hier alle diejenigen Tierformen zusammen, die nie — oder wenigstens nur ganz ausnahmsweise — massenhaft im freien Wasser der Teiche vorkommen, aber doch regelmässig oder gelegentlich da zu finden sind. Diese accessorischen Bestandteile, die bei der Charakteristik des Zooplanktons in den einzelnen Teichen nicht berücksichtigt wurden, verteilen sich auf folgende drei Kategorien: 1) Vegetations- und Bodenformen, 2) grössere Formen, die sich schnell fortbewegen und im freien Wasser sich als Einzeltiere geltend machen und 3) eulimnetische, mit dem Speisewasser den Teichen zugeführte Seenformen.



1) Alle die sehr zahlreichen Vegetations- und Bodenformen, die im Plankton der Anebodateiche festgestellt wurden, hier aufzuzählen wäre ganz zwecklos. Denn einerseits pflegen diese Formen in so geringer Zahl vorhanden zu sein, dass sie alle zusammen selten mehr als 1 % sämtlicher Tierindividuen des Planktons ausmachen, andererseits können beinahe alle freibeweglichen tierischen Lebewesen der Teiche gelegentlich auch im Plankton erscheinen. Von den dieser Kategorie zugehörigen Formen kommen indessen folgende besonders häufig im Plankton der hier besprochenen Teiche vor: *Acroperus harpæ* BAIRD, *Peratacantha truncata* O. F. MÜLLER, *Lynceus affinis* LEYDIG, *L. quadrangularis* O. F. MÜLLER, *L. rostratus* KOCH, *Pleuroxus laevis* SARS, *Pl. sp.*, *Ceriodaphnia megops* SARS, *Cyclops Dybowski* LAUDE, *C. serrulatus* FISCHER, *C. fimbriatus* FISCHER, *C. albidus* JURINE, *C. vernalis* FISCHER, Ostracoden und Chironomidenlarven.

2) Unter den Formen, welche dieser Kategorie gezählt werden müssen, sind vor allem die Hydracarinien zu nennen. Diese kommen beinahe ausnahmslos in den Teichplanktonproben vor und können bisweilen in nicht allzu geringer Zahl vorhanden sein. Ein paar mal im zeitigen Frühjahr (24. IV 1918 in den Teichen Övre Sâgdammen und Nedre Hållsdammen), wo die Gesamtplanktonmenge indessen noch sehr gering war, gehörten die Hydracarinien sogar zu den wesentlichsten Bestandteilen der betreffenden Proben.

Nach von Herrn Dr. O. LUNDBLAD freundlichst gemachten Bestimmungen<sup>1</sup> von aus den Teichen N. Hållsdammen, N. Sâgdammen, Jämfälledammen und Stenfälledammen N:o 10 stammenden Hydracarinien, scheinen im freien Wasser der Anebodateiche vor allem Arten der Gattung *Piona* vorzukommen. Besonders zahlreich war *Piona carnea* KOCH, aber ausserdem wurden noch *P. variabilis* KOCH, *P. conglobata* KOCH, *P. rotunda* KRAMER und *P. uncata* KOENIKE festgestellt.

3) Eulimnetische Seenformen sind in Aneboda sehr seltene Gäste des Teichplanktons und kommen immer nur vereinzelt vor. Immerhin habe ich einige mal typische Seen-*Bosminen*<sup>2</sup>, zweimal *Heterocope appendiculata* SARS und einmal (ein einziges Exemplar) eine *Daphnia* mit hohem Helm (vermutlich *D. longispina* var. *cristata* SARS) in den Teichen angetroffen. *Leptodora*, *Bytotrephes* und *Holopedium*, die in den Seen bei Aneboda häufig sind, habe ich nie in den Teichen gesehen.

## Teiche in der Provinz Schonen.

In der Provinz Schonen habe ich keine systematischen Untersuchungen über Teichplankton angestellt, sondern nur Einzelproben aus vielen (19), in verschiedenen Teilen der Provinz gelegenen Teichen untersucht. Da aber die betreffenden Teiche

<sup>1</sup> Ich spreche Herrn Dr. LUNDBLAD für diese Bestimmungen meinen besten Dank aus.

<sup>2</sup> Einige von diesen waren der *B. longispina* LEYDIG, andere der *B. insignis* LILLJEB. ähnlich. Die letztgenannte Form traf ich mehrmals im Sommer 1918 im Teiche Ö. Hagadammen an.

zum Teil ganz anderen Typen von Teichgewässern als die Anebodateiche angehören, sind auch diese Einzelproben — mit in der Literatur vorkommenden Angaben über Teichplankton komplettiert — mir bei meinen Bestrebungen, verschiedenartige Teichgewässer hinsichtlich ihres Zooplanktons zu charakterisieren, von grossem Nutzen gewesen.

### Ablassbare Fischteiche bei Eriksdal.

Die Teichwirtschaft bei Eriksdal ist im südöstlichen Teil der Provinz, im Gebiet der NW-SO verlaufenden Verwerfungszone, wo verschiedene den Silur-, Jura- und Kreidesystemen angehörende kalkreiche Felsarten die feste Erdrinde bilden, gelegen.

In einem von einem grösseren Bache durchflossenen Tale liegen die Abwachteiche, vier an der Zahl, in einer Reihe, nur durch Dämme voneinander getrennt. Die ersten drei Teiche werden gesondert von einem ganz kleinen, aber stets wasserführenden Bächlein aus gespeist. Der Teich N:o 4 dagegen bekommt sein Wasser auf dem Umweg durch den Teich N:o 3. Alle vier Teiche werden bei den Abfischungen in den oben erwähnten grösseren Bach abgelassen.

Der Boden besteht aus einem zum Teil abgetorften Niederungsmoor von ziemlich hohem Kalkgehalt (vergl. Haglund 24).

Das Speisewasser ist farblos (kein Humuswasser!), ziemlich kalt und hart. In den Teichen, und besonders im Teich N:o 1, wird es — wahrscheinlich infolgedessen, dass durch das Abtorfen blossgelegte tiefere Torfschichten freie Säuren enthalten — zwar weicher, bleibt aber dennoch viel härter als das Wasser in Aneboda. Nach von G. AHLGREN (1) im Sommer 1918 ausgeführten Bestimmungen war die Härte des Wassers

|                     |     |                |
|---------------------|-----|----------------|
| im Speisebach ..... | 7,0 | d. Härtegrade. |
| » Teich N:o 1 ..... | 3,9 | »              |
| »    »    » 2 ..... | 5,0 | »              |
| »    »    » 3 ..... | 5,6 | »              |
| »    »    » 4 ..... | 5,6 | »              |

Auch in den Teichen bleibt das Wasser farblos.

Wegen des durchlässigen Bodens sinkt der Wasserstand ziemlich schnell, wenn der Zufluss aufhört. Deshalb werden die Teiche auch nicht so stark wie die Anebodateiche erwärmt. Doch steigt die Wassertemperatur im Sommer über 20°.

Der grösste Teil der Teiche ist ziemlich seicht und mit sehr reichlicher, aus verschiedenen Wasserpflanzen, wie *Typha*, *Phragmites*, *Carex*, *Equisetum* und verschiedenen Schwimmblätterpflanzen, bestehender Vegetation bewachsen. Im Jahre 1918 wurde diese Vegetation in den Teichen N:o 2 und N:o 4 im Vorsommer abgemäht und im Wasser als eine Art Gründüngung gelassen. In diesen Teichen war der Pflanzenwuchs im genannten Sommer deshalb sehr viel lichter als in früheren Jahren. Im Teich N:o 4 kamen grössere vegetationslose Wasserflächen dennoch nicht vor. In den übrigen Teichen waren solche Flächen etwas grösser. Wegen des ziemlich hohen Kalkgehalts des Bodens und des Wassers entwickelt sich oft in



den sonst vegetationslosen Gebieten eine sehr reichliche, aus Characeen bestehende Bodenvegetation. Im Sommer 1918 waren diese Characeenrasen jedoch nur im Teich N:o 1 stärker entwickelt.

Einer der Abwachsteiche pflegt meistens zugleich als Winterteich benutzt werden. Dieser wird im Frühjahr abgefischt und dann entweder sofort oder nach einer kürzeren Trockenperiode von neuem bespannt. Im Winter 1917—18 war es der Teich N:o 3, 1919—20 der Teich N:o 2, der auf diese Weise behandelt wurde. Die übrigen Teiche werden im Herbst abgefischt und bleiben über Winter trocken.

### Das Zooplankton.

Im Sommer 1918 wurden am 1. VII Planktonproben mit dem Griesgazenetz N:o 60 in den Teichen N:o 2, 3 und 4 genommen. Im Teich N:o 4 wurde an zwei verschiedenen Stellen, in den beiden andern nur an einer einzigen Stelle gefischt.

Das Ergebnis war in allen drei Teichen ein verschiedenes:

Im Teich N:o 2 war *Bosmina longirostris* die weitaus zahlreichste Form. In ziemlicher Zahl kamen ausserdem *Diaptomus vulgaris* SCHMEIL, *Daphnia longispina* und *Diaphanosoma brachyurum* vor. *Polyphemus* wurde nicht gefunden.

Im Teich N:o 3 waren — bei ziemlich geringer Gesamtplanktonmenge — *Polyphemus pediculus* und *Daphnia longispina* die einzigen Formen von Bedeutung. *Diaptomus* und *Diaphanosoma* wurden nur vereinzelt, *Bosmina longirostris* überhaupt nicht gesehen.

Im Teich N:o 4 war das Plankton an beiden Probeentnahmestellen von in der Hauptsache gleicher Zusammensetzung. *Diaphanosoma brachyurum* und *Diaptomus vulgaris* waren hier die wichtigsten Formen. Häufig, wenn auch nicht sehr zahlreich, waren *Daphnia longispina* und *Bosmina longirostris*; spärlicher als diese, aber an dem einen Fangplatz doch ziemlich häufig kam *Ceriodaphnia pulchella* vor. Von *Polyphemus* wurde an beiden Stellen — namentlich in den untersuchten Stichproben — nur ein einziges Exemplar gefunden.

Inwieweit im Sommer 1918 Rotatorien im Plankton der Eriksdalteiche eine Rolle spielten, lässt sich auf Grund der genommenen Proben nicht entscheiden, da diese Tiere — einige grössere oder koloniebildende Formen ausgenommen — durch die Maschen des Griesgazenetzes passieren.

Die Netzplanktonmenge war in keinem der Teiche gross, am grössten wohl im Teich N:o 4, am geringsten im N:o 3.

Im Sommer 1920 wurden die Teiche bei Eriksdal zweimal (8. VI und 21. VI) besucht. Am 8. VI wurde in allen vier Teichen mit dem Müllergazenetz N:o 12, am 21. VI nur in den Teichen N:o 2 und 4 und zwar mit einem gröberen Griesgazenetz gefischt.

Am 8. VI war das Plankton — soweit aus den Proben geschlossen werden kann — wiederum in allen Teichen von verschiedener Zusammensetzung.

Zwar waren die Teiche N:o 3 und 4 einander darin ähnlich, dass junge Individuen von *Diaptomus vulgaris* und Nauplien in beiden die Hauptrolle spielten,



aber ausserdem war im Teich N:o 3 auch *Anurea cochlearis* Gosse, die im N:o 4 garnicht gesehen wurde, sehr stark vertreten, während anderseits im letztgenannten Teich die Copepoden vor allem von *Daphnia longispina* und *Synchaeta* sp. begleitet wurden.

In der Probe vom Teich N:o 1 war *Polyphemus pediculus* die Hauptform. Die zweite Stelle wurde von *Bosmina longirostris*, die jedoch viel spärlicher vorkam, eingenommen. Rotatorien wurden hier gar nicht gefunden.

Im Teich N:o 2, wo die Zooplanktonmenge äusserst gering war, spielte *Anurea cochlearis* die Hauptrolle. Ausserdem wurden hier *Synchaeta* sp., *Bosmina longirostris*, Nauplien und etwas ältere *Cyclops*larven notiert. Am 21. VI war im Teich N:o 2 die Zooplanktonmenge (wenigstens die Crustaceen, Griesgazenetz!) immernoch ganz minimal. Von häufigen Formen kann daher hier garnicht die Rede sein. *Diaptomus vulgaris* war aber die verhältnismässig häufigste.

Im Teich N:o 4 wurde das — ziemlich reichliche — Zooplankton von *Diaptomus vulgaris* dominiert. Ausserdem verdienen vor allem *Conochilus unicornis* und *Diaphanosoma brachyurum* erwähnt zu werden. *Daphnia longispina* war nur spärlich, *Polyphemus* noch spärlicher vertreten.

Aus den hier mitgeteilten — für eine genaue Charakteristik des Zooplanktons jedoch ganz ungenügenden — Daten scheint hervorzugehen, dass *Diaptomus vulgaris*, der in Aneboda nie gesehen wurde, im Sommerplankton der Eriksdalteiche eine stark hervortretende, zuweilen geradezu dominierende Rolle spielt. Unter den Cladoceren tritt *Bosmina longirostris* in Eriksdal im Sommerplankton mehr hervor, als dies normalerweise in Aneboda der Fall sein pflegt, während *Bosmina obtusirostris* in Eriksdal beinahe gänzlich fehlt<sup>1</sup>. Vielleicht spielt auch *Diaphanosoma brachyurum* in Eriksdal eine relativ grössere Rolle als in Aneboda, während wiederum *Daphnia longispina*, wenn auch häufig vorkommend, von viel geringerer Bedeutung zu sein scheint. Über die Bedeutung der Rotatorien im Sommerplankton der Eriksdalteiche gibt mein Material keine sichere Auskunft. Vermutlich ist sie aber grösser als in Aneboda.

Die gesamte Zooplanktonproduktion ist in Eriksdal wahrscheinlich geringer als in Aneboda, und vor allem dürfte es dort nicht zu so grosser Massenentwicklung von Cladoceren kommen.

### Ablassbare Fischteiche im mittleren Teil der Provinz.

Im Kirchspiel Röstånga, in einer Gegend, wo das Urgebirge an sedimentäre Gesteinsarten grenzt, wurden am 13. VI 1920 mit dem Müllergazenetz N:o 12 Sammelproben in vier Fischteichen genommen.

---

<sup>1</sup> Die starke Entwicklung der *Bosmina longirostris* im Sommer 1920 in einigen Anebodateichen dürfte, wie wir später sehen werden, von der Fütterung der Fische in den betreffenden Teichen bedingt gewesen sein. *Bosmina obtusirostris* wurde in Eriksdal nur am 1. VII 1918 vereinzelt in den Teichen N:o 3 und 4 gefunden.

Die Teiche 1 und 2 liegen oben auf dem Urgebirgsrücken Söderåsen und sind Humusgewässer vom selben Typus wie die Teiche in Aneboda. Dementsprechend war auch das Zooplankton demjenigen der Anebodateiche ähnlich, hauptsächlich aus *Daphnia longispina* und *Polyphemus pediculus* zusammengesetzt. Ein paar Individuen von *Noteus quadricornis* war alles, was von Rotatorien gesehen wurde. Teich 3 (Areal etwa  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  ha) liegt am Fusse des genannten Bergrückens und hat wenigstens zum Teil lehmigen Boden. Das Wasser war farblos oder jedenfalls nur sehr schwach von Humusstoffen gefärbt, nicht getrübt. Der Teich war weder im Herbst noch im Frühjahr abgefischt worden, also wenigstens ein ganzes Jahr bespannt gewesen. In diesem Teiche war *Polyphemus* die wichtigste Form, *Conochilus volvox* ausserdem noch häufig. Von anderen spärlicher vertretenen Formen wurden folgende festgestellt: Nauplien, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Lynceus* sp., *Diaptomus gracilis* und *Corethralarven*. Die Planktonmenge war ziemlich gering.

Der Teich 4 liegt wahrscheinlich schon im Bereich der sedimentären Gesteinsarten und auf lehmigem Boden. Bei voller Wasserspannung dürfte das Areal 2—3 ha betragen, bei meinem Besuche war aber nur  $\frac{1}{2}$  oder höchstens  $\frac{2}{3}$  der Fläche von Wasser bedeckt. Die Vegetation war sehr wenig entwickelt und das seichte Wasser stark getrübt. Anscheinend ein nahrungsreicher Teich.

Das Plankton des Teiches setzte sich beinahe ausschliesslich aus *Cyclops Leuckarti* und Nauplien, welche letztere wahrscheinlich der nämlichen Spezies angehörten, zusammen. Keine anderen Formen spielten irgendwelche Rolle. Von *Cyclops Leuckarti* kamen hauptsächlich nur junge Individuen vor. Keine ♀♀ mit Eiersäcken wurden gesehen.

### Forellenteiche des Gutes Vinninge südlich von Lund.

Etwa 12 km südlich von Lund liegt eine kleine Forellenteichwirtschaft, die am 20. VI 1920 besucht wurde. Die betreffende Gegend gehört schon ganz dem Flachlande, das den südlichen Teil der Provinz einnimmt, an. Der Boden besteht hier grösstenteils aus Lehm.

Die Teiche sind ganz klein — der grösste 2050 m<sup>2</sup> — und liegen terrassenartig übereinander. Sie waren alle im Winter bespannt, im Frühjahr aber eine Zeitlang trocken gewesen. Der Zufluss ist permanent aber ziemlich schwach, zum Teil wenigstens aus einem Bohrloch kommend. In den Teichen wurde nicht gefüttert.

In 5 von diesen Teichen wurden Sammelproben mit dem Müllergazennetz N:o 12 genommen. Die Proben aus den Teichen N:o 2 und 3 wurden jedoch zusammengegossen, also nicht gesondert untersucht.

*Teich N:o 1.* Areal: 2050 m<sup>2</sup>. Tiefe etwa 1 m. Sehr reichliche, hauptsächlich aus Schwimmblättopflanzen bestehende Vegetation. Ziemlich stark mit älteren Karpfen, Schleien und Forellen besetzt. Keine Forellenbrut.

Das ziemlich reichliche Plankton enthielt vor allem eine grosse Anzahl verschiedener Rotatorien in grosser Menge, ausserdem aber auch Crustaceen. Von den



Rotatorien kamen *Anurea aculeata* und eine kleine, in konserviertem Zustande von mir nicht bestimmbare Form in grösster Zahl vor, aber auch verschiedene *Brachionus*-Arten (*Br. pala* EHRENG., *angularis* GOSSE, *urceolaris* O. F. MÜLLER und *bakeri* O. F. MÜLLER) und eine *Synchaeta*-Art waren häufig.

Unter den Crustaceen waren Nauplien und junge *Cyclops* (wahrscheinlich *C. Leuckarti*) und *Daphnia pulex* DE GEER die wichtigsten. Ziemlich häufig waren aber auch *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella*, spärlicher *Daphnia longispina*.

*Teiche N:o 2 und 3.* Areal resp. 800 und 1150 m<sup>2</sup>. Vegetation wenigstens im N:o 3 stark entwickelt. Beide Teiche sehr stark mit Forellenbrut besetzt. Die Planktonmenge geringer als im Teich N:o 1.

Auch hier waren die Rotatorien überwiegend. *Bosmina longirostris*, Nauplien und ältere *Cyclops*larven spielten aber auch eine bedeutende Rolle. Dagegen wurden die Daphnien in dieser Probe gänzlich vermisst. Unter den Rotatorien waren eine *Synchaeta*-Art und dieselbe kleine, nicht näher bestimmte Form wie im Teich N:o 1 die wichtigsten. Häufig waren auch *Brachionus urceolaris* und *Anurea aculeata*, spärlicher *Brachionus bakeri*, *Polyarthra platyptera*, *Triarthra* sp. u. a.

*Teich N:o 4.* Ganz klein aber tief und kalt. Vegetation mässig entwickelt. Nur sehr schwach mit Forellenbrut besetzt.

In diesem Teiche wurden zwar auch viele verschiedene Rotatorien-Spezies (*Synchaeta* sp., *Anurea aculeata*, *Brachionus urceolaris*, *Br. pala*, *Triarthra* u. a.) vorgefunden, sie spielten aber eine verhältnismässig viel geringere Rolle als in den Teichen 1—3.

Der Charakter des Planktons wurde jedenfalls nicht von den Rotatorien, sondern von den Crustaceen bestimmt, und unter diesen waren wiederum die Cyclopiden überwiegend, obwohl auch einige Cladoceren das Planktonbild wesentlich beeinflussten. Von Cyclopiden wurden *Cyclops Leuckarti* und *C. strenuus* konstatiert, und schien der erstgenannte in grösster Zahl vorhanden gewesen zu sein. Sicher liess sich die relative Abundanz dieser beiden Spezies jedoch nicht feststellen, da die meisten Individuen noch ganz junge Tiere oder sogar Nauplien waren und die Speziesbestimmung natürlich auf etwas ältere Tiere beschränkt werden musste. Unter den Cladoceren waren *Ceriodaphnia pulchella*, *Bosmina longirostris* und *Daphnia longispina* die wichtigsten, aber auch *Daphnia pulex* trat in diesem Teiche — wenn auch nur spärlich — wieder auf. Bemerkt sei noch, dass kleine Chironomidenlarven in der Probe in ziemlich grosser Zahl vorhanden waren.

*Teich N:o 5.* Etwas grösser als die vorige, beinahe ganz ohne Vegetation. Sehr stark mit Forellenbrut besetzt.

In diesem Teiche waren die Cyclopiden stark vorherrschend. Es wurden die nämlichen Arten wie im vorigen Teiche und ausserdem noch (spärlich) *Cyclops Dybowski* festgestellt. Ob *C. Leuckarti* oder *C. strenuus* in grösster Menge vorkam, ist schwer zu entscheiden; sie waren offenbar beide stark vertreten. Erwachsene ♀♀ mit Eiersäcken wurden von allen drei Arten gesehen, waren aber sehr selten. Nauplien und junge Tiere waren auch hier vorherrschend. Von Rotatorien kam nur



*Anurea aculeata* in ziemlicher Menge vor, es waren aber auch noch andere Arten (*Synchaeta* sp., *Triarthra* sp., *Polyarthra platyptera* u. a.) im Plankton vertreten.

Die Cladoceren (*Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia pulchella*) spielten auch nur eine ziemlich untergeordnete Rolle. *Bosmina longirostris* war unter ihnen die häufigste.

Ausser den genannten Formen war in der Probe aus diesem Teiche auch eine *Diaptomus*-Art spärlich zu finden<sup>1</sup>.

Trotzdem dass das gesamte Material aus den Teichen bei Vinninge nur von einem einzigen Tage stammt, wird es aus den oben gemachten Angaben ohne weiteres klar, dass wir es hier mit einem Teichtypus zu tun gehabt haben, der von demjenigen der Anebodateiche — namentlich in deren Naturzustande — sehr verschieden ist. An dieser Stelle soll indessen nicht näher auf diese Verschiedenheiten eingegangen, sondern nur eine kurze Zusammenfassung der am meisten auffallenden Züge der Zooplanktonzusammensetzung der Vinningeteiche zur Zeit meines Besuches gegeben werden. Diese waren:

1) Starke Vertretung einerseits einer ganzen Reihe verschiedener Rädertiere, anderseits der *Cyclops*-Arten *Leuckarti* und *strenuus*.

2) Entsprechend geringere Bedeutung der Cladoceren.

3) Unter den Cladoceren waren *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella* verhältnismässig stark vertreten, während anderseits *Polyphemus pediculus* und *Bosmina obtusirostris* ganz fehlten. *Daphnia longispina* war meistens von ziemlich kleinem Wuchs (oft mit auffallend langer Spina), wies aber dennoch eine nicht ganz unbedeutende Subitaneiproduktion (wenigstens bis 10 Eier) auf. Bemerkenswert ist ferner das Vorkommen von *Daphnia pulex*<sup>2</sup>.

### Grosser Torfweiher bei Vinninge.

Ganz in der Nähe der eben besprochenen Forellenteichwirtschaft liegt in einer Niederung ein ziemlich grosser, permanenter Weiher; der durch Torfgewinnung entstanden ist und typisches, braunes Moorwasser enthält. In diesem Weiher wurde am 20. VI eine Probe mit dem Müllergazennetz genommen.

Trotzdem dass der Weiher nur einige hundert Meter von den Forellenteichen entfernt liegt, war sein Zooplankton von demjenigen dieser Teiche ganz verschieden. Rotatorien kamen nur vereinzelt vor, und das ziemlich individuenreiche Plankton setzte sich somit beinahe ausschliesslich aus Crustaceen zusammen. Unter diesen waren wiederum *Daphnia longispina*, Copepodenlarven (sowohl von *Diaptomus* als

<sup>1</sup> Ich konnte diese Form mit keiner derjenigen Arten, die von van Douwe in »Süsswasserfauna Deutschlands« beschrieben sind, identifizieren. Das V. B. war bei den ♀♀ demjenigen des *Diaptomus gracilis* ähnlich (Endopodit merklich kürzer als das 1. Segment des Exopoditen), bei den ♂♂ dagegen ganz anders als bei dieser Art gebaut. Vielleicht handelte es sich um *D. graciloides*, vielleicht waren beide die genannten Arten vorhanden.

<sup>2</sup> Diese Form wurde nicht in den mit Forellenbrut stark besetzten Teichen 2, 3 und 5 gefunden.

von *Cyclops*) und (etwas spärlicher) erwachsene Individuen von *Diaptomus* vorherrschend. Grössere Individuen von *Cyclops Leuckarti* kamen nur sehr vereinzelt vor. Sehr bemerkenswert ist ferner, dass *Polyphemus pediculus*, der in den Forellenteichen ganz vermisst wurde, hier im Torfweiher ziemlich häufig — wenn auch nicht sehr zahlreich — vorhanden war, und dass im Gegenteil *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia* und *Daphnia pulex* (besonders die beiden letztgenannten) nur ganz vereinzelt vorkamen.

Von *Diaptomus* wurden typische Individuen (auch ♂♂) von *D. gracilis*, daneben aber auch dieselbe abweichende Form (*graciloides*?) wie in den Forellenteichen festgestellt.

Durch die starke Vertretung von *Daphnia longispina*<sup>1</sup>, das Vorkommen von *Polyphemus* und den Mangel an Rotatorien erinnerte das Plankton dieses Weihers an die Anebodateiche.

### Andere permanente Teiche in der Umgebung von Lund.

Im Monat Juni 1920 wurde das Plankton von 6 weiteren permanenten Teichen bei Lund untersucht. Es waren dies 3 ganz kleine Weiher im Botanischen Garten, 1 etwas grösserer (etwa 0,5—0,75 ha) Teich in einem andern Parke, 1 ziemlich grosser — durch Tongewinnung entstandener — Teich bei einer Ziegelei und 1 wenigstens 1—1,5 ha grosser Parkteich bei der Eisenbahnstation Åkarp. Nach dem ganzen geologischen Charakter der sehr gut kultivierten Flachlandgegend zu schliessen, dürfte das Wasser aller dieser Teiche reich an Kalk und anderen Mineralstoffen sein. Die beiden grösseren Parkteiche werden ausserdem noch von Abwässern mässig gedüngt.

Die Weiher des Botanischen Gartens wurden am 10. VI besucht. In einem derselben konnte ein Rotatorien-Plankton festgestellt werden. Die wichtigsten Formen waren hier *Brachionus pala* und *Anurea aculeata*. In den beiden andern Weihern konnte von einem Zooplankton überhaupt kaum die Rede sein<sup>2</sup>.

In dem Parkteich (Dövstumsskoledammen) bei Lund setzte sich das Zooplankton am 10. VI hauptsächlich aus vielen verschiedenen Rotatorienformen zusammen. Am stärksten waren *Brachionus*-Arten (*Br. pala* u. a.) und eine *Synchæta* sp. vertreten, ziemlich häufig aber auch *Polyarthra platyptera* und *Triarthra* sp., ferner noch *Anurea aculeata* u. a. Die Crustaceen waren von ganz untergeordneter Bedeutung. Es wurden von solchen überhaupt nur Nauplien und junge Individuen von *Cyclops* (*strenuus*?) sowie *Bosmina longirostris* gefunden. Am 22. VI waren *Cyclops strenuus* (inkl. Nauplien) und *Bosmina longirostris* den immernoch zahlreichen Rotatorien (*Brachionus pala*, *Br. bakeri*, *Br. angularis*, *Anurea cochlearis*, *A. aculeata*,

<sup>1</sup> Die *Daphnia longispina*-Form des hier besprochenen Weihers war den Daphnien der Anebodateiche sehr ähnlich und unterschied sich — durch plumpere Körperbau und meistens kürzeren Schalenstachel — merklich von der in den naheliegenden Forellenteichen vorkommende Form.

<sup>2</sup> In dem einen dieser Weiher wurden Rotatorien vereinzelt, in dem andern Chydorus und eine andere Lynceide spärlich und ausserdem vereinzelte Rädertiere vorgefunden.

*Polyarthra platyptera*, *Triarthra* sp. und *Synchaeta* sp.) reichlich beigemischt. Von *Daphnia longispina* wurde ein einziges Ex. gefunden. — Das Wasser dieses Teiches zeigte eine grüne Vegetationsfärbung.

Ziegeleiteich. Am 11. VI: Beinahe ausschliesslich Rotatorien (besonders *Anurea aculeata* und *Triarthra* sp., ferner *Brachionus pala* u. a.) und *Cyclops*larven. Am 22. VI: Planktonmenge nur sehr gering. Fortlaufend hauptsächlich Rotatorien (*Triarthra*, *Anurea aculeata*, *A. cochlearis*, *Polyarthra*) und *Cyclops*larven. Von Cladoceren wurden nur *Chydorus sphaericus* und *Bosmina longirostris*, beide sehr spärlich, beobachtet. Parkteich bei Åkarp. 20. VI. Das Wasser grau-braun getrübt. Zooplanktonmenge ganz minimal, hauptsächlich aus Rotatorien und (spärlicher) *Cyclops*larven bestehend. Unter den Rotatorien war *Anurea aculeata* wahrscheinlich die häufigste.

Zusammenfassend kann von der letztbesprochenen Teichgruppe gesagt werden dass

- 1) das Zooplankton quantitativ meistens sehr arm war
  - 2) qualitativ aber durch grossen Reichtum an verschiedenen Rotatorien sowie durch relativ starke Vertretung von Cyclopiden — wenigstens in einem Falle *Cyclops strenuus* — sich auszeichnete, und dass
  - 3) von Cladoceren überhaupt nur *Bosmina longirostris* in Betracht kam.
-



## Allgemeiner Teil.

---

### Der Teichbegriff.

Das Wort Teich kann in verschiedenem Sinne gebraucht werden. In der teichwirtschaftlichen Praxis versteht man unter Teich ein vollkommen ablassbares Gewässer, gleichgültig ob gross oder klein. Im gewöhnlichen Sprachgebrauch wird dagegen das Wort meistens für Wasseransammlungen einer gewissen Grössenkategorie benutzt: ein Teich ist grösser als ein Tümpel aber kleiner als ein See. Wo die Grenzen zwischen diesen Grössenkategorien zu ziehen sind, ist hierbei nur Sache des Geschmacks.

In der hydrobiologischen Literatur wird bei der Unterscheidung von Teichen und Seen vielfach das Hauptgewicht auf die Tiefe der Gewässer gelegt. Nach diesem Prinzip unterschied FOREL (20) drei Gewässerkategorien die er folgendermassen definiert:

»Un lac, proprement dit est un lac profond ou de grande profondeur.

Un étang est un lac de faible profondeur.

Un marais est un étang assez peu profond pour qu'il soit envahi par la végétation des plantes enracinées dont les tiges s'élèvent dans l'air: roseaux, typhas etc.» Auch ZACHARIAS (120) betont bei seinem Versuch, den Begriff Teich zu präzisieren, unter Hinweisung auf Teiche von sehr beträchtlicher Flächenausdehnung vor allem die geringe Tiefe als das hauptsächliche Kriterium, nach dem ein Gewässer als Teich zu bezeichnen wäre. Wegen der geringen Tiefe sollen sich die Teiche leichter als die Seen erwärmen, es soll ihnen »der stärkere Wellenschlag und die damit verbundene reichlichere Durchlüftung der oberen Wasserschichten« fehlen, und es sollen weiter noch »die suspendierten organischen Stoffe, welche durch die Zuflüsse herbeigeführt werden, im ruhigen Wasser von Teichbecken schneller zu Boden sinken und dort im Laufe der Zeit eine dicke Schlammschicht bilden«. ZACHARIAS hebt schliesslich auch die Abhängigkeit des Teichcharakters von dem Pflanzenwuchs hervor. In Teichen sollen nämlich die Sumpf- und Ufervegetation »in grosser Üppigkeit nicht nur am Ufersaume sich entfalten, sondern auch von der Mitte des Teiches Besitz nehmen, sodass dessen Wasserspiegel erheblich eingeengt resp. verkleinert wird.« In seinem Buche »Das Leben der Binnengewässer« (34) benutzt auch LAMPERT

(»nach dem Vorgange SCHRÖTERS«) »die Vegetation als Kriterium zur Unterscheidung von See und Weiher«. Auch der Weiher oder Teich soll gleich dem See eine freie Wasserfläche besitzen, »aber er ist so seicht, dass auf seinem Grunde überall Wasserpflanzen ansiedeln können«.

Alle solche Charakterisierungen der Teiche enthalten zwar viel Richtiges, können aber nicht — wenigstens wenn der Teichbegriff eine bestimmte biologische Bedeutung haben soll — auf eine allgemeine Gültigkeit Anspruch machen. Wir wollen nun auch nicht eine allgemeingültige Definition des Teichbegriffes aufstellen, sondern nur versuchen eine die Zwecke dieser Arbeit möglichst genügende Klärung desselben zu geben. Deshalb wollen wir den Teichbegriff auch nur auf die von uns untersuchte Biocönose, das Zooplankton, beziehen.

Die Gewässer lassen sich nicht gleichsam in eine einzige vom Tümpel zum See aufsteigende Reihenfolge einordnen, sondern sie gruppieren sich auf viele solche Reihen oder Typen und in jeder Reihe kommen Stufen vor, die wir in Bezug auf das Zooplankton als Teichstufen bezeichnen können, ohne dass die typischen Teiche der verschiedenen Reihen hinsichtlich ihrer Grösse, Tiefe oder Vegetation übereinzustimmen brauchen. Sogar in derselben Hauptgewässerreihe können typische Teiche auf sehr verschiedenen Grössenstufen vorkommen.

Indem wir einer einzigen möglichst einheitlichen Gewässerreihe folgend vom Tümpel zum See aufsteigen, bemerken wir, dass die Zusammensetzung des Zooplanktons sich allmählich verändert. Einige Formen verschwinden schon früh, andere folgen weiter mit und noch andere treten neu hinzu. Da wo die exklusiven Tümpelformen verschwunden und die exklusiven Seeformen noch nicht aufgetreten sind, da haben wir in Bezug auf unsere Biocönose ein Teichgewässer. Die Faktoren, welche das Leben vieler Seeformen in kleinen Teichen und Tümpeln unmöglich machen, sind noch sehr wenig bekannt. Ohne andere mögliche Faktoren ausschliessen zu wollen, möchte ich nur auf folgende Umstände aufmerksam machen.

Es ist eine sowohl von der fischereilichen Praxis wie auch von der Wissenschaft anerkannte Tatsache, dass die Produktivität der Gewässer — bei sonst gleichen Milieubedingungen — um so grösser ist, je kleiner und seichter sie sind<sup>1</sup>. Dies gilt wohl nicht nur für die gesamte Produktivität, sondern auch insbesondere für diejenige der freien Wassermasse, die Lebensstätte des Planktons. Bei geringerer Wassermasse und besonders auch bei geringerer Tiefe des Gewässers, stellt das Wasser, namentlich wenn wir Gewässer von sonst ähnlicher Beschaffenheit betrachten, eine konzentriertere Nährlösung dar, als bei beträchtlicherer Grösse und Tiefe des Wasserbeckens. Da nun in kleinen und seichten Gewässern deshalb die Produktion an — pflanzlicher oder tierischer — organischer Substanz grösser ist, als in grossen und tiefen, häufen sich in den erstgenannten auch organische Zersetzungsprodukte und Stoffwechselprodukte der Organismen stärker als in den letztgenannten an, wozu noch kommt dass die im Boden sich vollziehenden Zersetzungen einen grösseren

<sup>1</sup> Ich verweise in Bezug auf diese Verhältnisse hier nur auf die Arbeiten von STRODTMANN (87), SELIGO (80) und OSC. NORDQVIST (58).



Einfluss auf die gesamte Wassermasse ausüben. Eine hohe Konzentration an allerlei tierischen Stoffwechselprodukten, Fäulnisstoffen etc. dürfte besonders bei hohen Wassertemperaturen — und vielleicht gleichzeitig ungenügender Durchlüftung des Wassers — empfindlicheren Tieren verhängnisvoll werden <sup>1</sup>.

Es sind dies nur Vermutungen, die des experimentellen Beweises bedürfen. Würde es sich aber zeigen, dass in Teichen oft eine für viele Seep planktontiere zu hohe Konzentration an solchen Stoffen wie die erwähnten, vorhanden ist, dann würde es auch verständlicher werden, dass solche Tiere dennoch unter Umständen in vielen ganz kleinen Teichen vorkommen, während in andern Fällen viel grössere Gewässer nur von Teichplanktonformen bewohnt werden. Denn besondere Umstände (z. B. regerer Wasserumsatz) können vielfach bewirken, dass auch in ganz kleinen Gewässern keine Anhäufung schädlicher Stoffe zustandekommt, während anderseits unter Umständen viel grössere Gewässer eine solche zeigen können. Solche Fälle sind aber Ausnahmen, die nicht die Regel aufheben, dass es viele exklusive Seep planktontiere gibt, die nicht zum Teichplankton gehören. Ich kann somit nicht die lange, beinahe alle Seep planktonformen aufnehmende Heleoplanktonliste von ZACHARIAS (120) unterschreiben. Es muss doch auch bemerkt werden, dass es oft schwer zu entscheiden ist, ob eine Form als in Teichen und Seen zugleich vorkommend bezeichnet werden soll oder nicht. Denn gerade viele der wichtigsten Planktontiere sind bekanntlich so ausserordentlich variabel, dass jede scharfe Abgrenzung von Arten und Varietäten vielfach sehr willkürlich erscheint, dies ganz besonders nachdem wir durch WOLTERECKS (111, 112, 113) vorzügliche Untersuchungen wissen, wie ausserordentlich schnell die Plankton-*Daphnien* auf veränderte Milieubedingungen reagieren können. Immerhin unterscheiden sich die in Teichen und in Seen vorkommenden Typen einer und derselben Formengruppe meistens sehr beträchtlich und können deshalb für die Charakteristik der betreffenden Planktonformationen gut dienen, auch wenn wir in inem gegebenen Falle nicht wissen können, ob eine Seeform in verhältnismässig kurzer Zeit aus einer anders aussehenden Teichform (oder umgekehrt eine Teichform aus einer Seeform) entstanden, oder ob sie seit geraumer Zeit in der Hauptsache unverändert geblieben ist.

Ein einheitlich zu charakterisierendes Teichzooplankton gibt es nicht, sondern das, was wir mit diesem Namen bezeichnen, sieht — wie oben schon angedeutet wurde — ganz verschieden aus, je nachdem wir den einen oder den andern Gewässertypus ins Auge fassen. Um weiter zu kommen müssen wir uns deshalb zunächst nach besonderen, in der einen oder anderen Weise zu charakterisierenden, natürlichen Gewässertypen umsehen. Es soll dies unsere Aufgabe im nächsten Abschnitt sein.

<sup>1</sup> Die Bedeutung von allerlei Fäulnisgiften für die Erklärung der schädlichen Wirkung organischer Abwässer ist besonders von STEINMANN und SURBECK (81) hervorgehoben worden, während im Gegensatz hierzu FEHLMANN (18) und THIENEMANN das Hauptgewicht auf den bei der Fäulnis entstehenden Sauerstoffmangel legen wollen. In einer neulich erschienenen Publikation hat ALSTERBERG (4) wesentlich zur Klärung dieser Streitfrage beigetragen. Bei den Versuchen dieses Autors — in erster Linie Ammoniumverbindungen, Versuchstiere, Stichlinge (*Gasterosteus*) und Teichschnecken (*Limnaea*) — wurde der Sauerstoffgehalt als der direkt oder indirekt ausschlaggebende Faktor erkannt.



## Gewässertypen.

Für unsere Zwecke können selbstverständlich nur solche Einteilungen der Gewässer in Betracht kommen, die auf alle Stufen der Skala Tümpel—Teich—See anwendbar sind. Folgende zwei Haupteinteilungsprinzipien erfüllen diese Grundbedingung: Die Gewässer werden 1) nach ihrer geographischen Lage, 2) nach den allgemeinen Milieubedingungen, welche sie ihren Bewohnern darbieten, in Gruppen eingeteilt.

In der Hauptsache nach dem ersteren Prinzip stellte WESENBERG-LUND (106) in Bezug auf das Plankton für Europa folgende fünf geographische Regionen auf: 1) die arktische, 2) die nordeuropäische, 3) die baltische, 4) die centraleuropäisch-alpine und 5) die mediterrane<sup>1</sup>. Da wir uns in dieser Arbeit ausschliesslich in Gegenden mit gemässigtem Klima halten wollen, interessiert uns von diesen Regionen eigentlich nur die nordeuropäische und die baltische. Es fragt sich nun, ob durch eine Gruppierung der Gewässer nach ihrer Zugehörigkeit zu der einen oder der anderen dieser beiden Regionen zwei natürliche grosse Haupttypen von süssen Gewässern unterschieden werden? Es hängt die Antwort auf diese Frage offenbar davon ab, ob die gegenwärtige Verbreitung der meisten und vor allem der durch ihre Massenentwicklung wichtigsten Süsswasserorganismen innerhalb der genannten Regionen in der Hauptsache von historisch-geographischen bzw. klimatologischen Verhältnissen oder von der gegenwärtigen Beschaffenheit der Gewässer selbst bedingt ist.

Es soll nun zunächst an den allbekannten und besonders auch von WESENBERG-LUND (108) stark betonten kosmopolitischen Zug des Süsswasserplanktons erinnert werden. Trotz diesem im grossen ganzen sehr markanten Kosmopolitismus kann nun das Plankton, wenn wir kleinere Gebiete mit wechselnder geologischer Struktur der Landschaft und somit auch wechselnder Wasserbeschaffenheit ins Auge fassen, sehr verschieden sein. Schon diese Tatsachen sprechen deutlich für eine in der Hauptsache milieubestimmte Verbreitung der Planktonorganismen und laden kaum — wenigstens wenn wir von den extrem arktischen und hochalpinen Gebieten absehen — zu einer geographischen Regioneneinteilung der Gewässer ein. Auf die Annahme einer — innerhalb nicht allzu weiter Grenzen — milieubestimmten Verbreitung der Süsswasserorganismen basiert sich auch das von KOLKWITZ und MARSSON (32, 33) begründete, für die Entwicklung der Limnologie überaus bedeutsame Saprobien-system. Dass speziell die als nordeuropäische und baltische bezeichneten Regionen als grosse, geographisch bestimmte Einheiten phytoplanktologisch nicht aufrecht zu halten sind, ist von NAUMANN (50, 52) stark betont worden. Die deutlich milieubestimmte Verbreitung der im Boden der Seen lebenden Larven der Mückengattungen

<sup>1</sup> Ich will hierzu nur kurz bemerken, dass WESENBERG-LUND, obgleich er für das Süsswasserplankton geographische Regionen aufstellte, bekanntlich doch keineswegs die Bedeutung der Miliefaktoren verkennt, was aus seinen grossen ökologischen Untersuchungen an dänischen Seen zur Genüge hervorgeht.

*Chironomus* und *Tanytarsus* ist von THIENEMANN (91, 91 a, 93) klargelegt worden, und derselbe Autor vermutet auch, dass ähnliche Milieufaktoren (Verschiedenheiten der Sauerstoffschichtung) die Verbreitung der *Coregonen* in Mitteleuropa geregelt haben.

Trotzdem also die Bedeutung der Milieufaktoren, was die Verbreitung der Süsswassertiere betrifft, in der Literatur vielfach gewürdigt worden ist, lässt sich nicht leugnen, dass die historisch-geographischen Gesichtspunkte bis in die letzte Zeit in solchen Fragen dominierend gewesen sind. Hiermit hängt auch zusammen, dass in der limnologisch-tiergeographischen Literatur für manche Planktontiere, die im Norden eine weitere Verbreitung als in Mitteleuropa haben, auch eine ursprünglich hochnordische Herkunft angenommen worden ist<sup>1</sup>. Da unter diesen Tieren auch zwei für die Charakteristik des einen der von uns weiter unten unterschiedenen Haupttypen von Teichgewässern besonders wichtige Formen (*Polyphemus pediculus*, *Bosmina obtusirostris*) sich befinden, ist es für unsere spätere Darstellung von prinzipieller Wichtigkeit, zu diesen Verbreitungsfragen Stellung zu nehmen.

*Polyphemus pediculus* ist von mehreren Forschern als ein in Mitteleuropa ziemlich seltenes Tier nördlicher Herkunft (vergl. EKMAN 16, BREHM u. ZEDERBAUER 9 a, STROHL 89) betrachtet worden. Indessen häuften sich die Angaben über neue Fundorte, so dass WAGLER (98) schreiben konnte: »Die Angaben über Seltenheit von *Polyphemus* in Mitteldeutschland dürften also nur auf Konto der Unkenntnis der Fauna zu setzen sein.« Nach KEILHACK (in Brauers Süsswasserfauna Deutschlands) ist die Art in Deutschland häufig an den Ufern grösserer Seen, soll aber in einzelnen Gegenden fehlen. LIST (44, 45) erwähnt sie nicht aus den von ihm sehr genau untersuchten Teichen bei Darmstadt, und in einem Aufsatz über das Plankton von Teichgewässern von ZACHARIAS (120) ist sie nicht in dem langen Verzeichnis der gefundenen Formen aufgeführt, obgleich »mehrere hundert Gläschen« mit Planktonproben aus einer grossen Anzahl von Teichen untersucht worden waren. Da nun *Polyphemus* im Norden auch in kleinen Teichen und Tümpeln (vergl. LEVANDRE 39, STENROOS 82, EKMAN 16 u. a.) häufig ist, ist sein Verhalten in Deutschland, wo er vorzugsweise nur an den Ufern grösserer Gewässer vorkommt, auffällig. Ich glaube aber dies auf Grund meiner Befunde in der Provinz Schonen erklären zu können.

In den Teichen bei Eriksdal, die ein sehr durchsichtiges, steriles Wasser haben, kommt *Polyphemus* vor. Bei meiner Exkursion nach Röstänga (Juni 1920) im mittleren Teil der Provinz wurden vier Teiche untersucht. Von diesen hatten drei ein klares, nahrungsarmes Wasser (davon die zwei braunes Humuswasser), in dem vierten, auf lehmigem Boden gelegenen Teich war das Wasser dagegen stark getrübt. In den drei erstgenannten Teichen kam *Polyphemus* vor, im letztgenannten nicht. In der Umgebung von Lund wurden zur selben — gerade für *Polyphemus* sehr günstigen — Zeit elf verschiedene sowohl permanente wie ablassbare Teiche besucht. Von diesen Teichen lagen zehn auf dem die Gegend überhaupt kennzeichnenden guten Boden (hauptsächlich Lehm oder Mergel) und hatten demgemäss ein an Nährstoffen

<sup>1</sup> Eine Kritik dieser Ansichten von etwas anderen Gesichtspunkten, als den von mir vorgeführten, findet sich in OLOFSSONS grosser Arbeit über die Süsswasserfauna Spitzbergens (59).



reiches, mehr oder weniger stark getrübbtes oder vegetationsgefärbtes Wasser. Der elfte Teich (vergl. S. 60) war dagegen ein durch Torfgewinnung entstandener Moor-teich mit typischem, braunem Humuswasser. In diesem letztgenannten Teich kam *Polyphemus* vor, in allen den andern nicht. Dies wird dadurch noch mehr auffällig, dass der Moorteich nur einige hundert Meter von den — auf anderem Boden gelegenen — Forellenteichen bei Vinninge, wo *Polyphemus* fehlte, gelegen war.

Wir haben es hier mit einem ziemlich grossen, zusammenhängenden Flachlandsgebiet, in welchem der Boden durchgängig sehr fruchtbar und sehr gut kultiviert ist, und in welchem beinahe alle Gewässer deshalb auch sehr reich an Nährstoffen sind, zu tun. Überall in diesen Gewässern — wenigstens in den teichartigen — scheint *Polyphemus* zu fehlen. Mitten in diesem Gebiet finden wir aber einen kleinen, isolierten Teich mit braunem Humuswasser, das in der Gegend nur ganz ausnahmsweise vorkommt, und hier treffen wir den *Polyphemus* wieder an. Es scheint mir dies ein sehr eklatantes Beispiel einer milieubestimmten Verbreitung eines Süsswassertieres zu sein. Das etwas sporadische Vorkommen des Tieres in Deutschland dürfte auf ähnliche Ursachen zurückzuführen sein, ebenso dass *Polyphemus* dort vielfach grössere Gewässer zu bevorzugen scheint. Je kleiner ein Gewässer ist, desto mehr dürfte es nämlich mit allerlei Nährstoffen angereichert werden.

Wir brauchen somit für *Polyphemus* nicht die Hypothese von der nordischen Herkunft, um die Verbreitung der Art in Mitteleuropa zu erklären. Die Möglichkeit einer solchen Herkunft wollen wir aber keineswegen in Abrede stellen.

Der eben besprochene Moorteich war aber nicht nur durch das Vorkommen von *Polyphemus* von Interesse. Das gesamte Zooplankton (Vergl. S. 61) war nämlich von demjenigen der andern Teiche der Gegend ganz verschieden und andererseits dem Plankton der in einer ganz andern Provinz gelegenen Anebodateiche sehr ähnlich.

Über die anderen für die nordeuropäische Region charakteristischen Plankton-tiere, für welche eine nordische Herkunft angenommen worden ist, müssen wir uns kürzer fassen.

*Holopedium gibberum* scheint in seiner Verbreitung auf kalkarmes Wasser beschränkt zu sein, was schon STINGELIN (86), der doch sehr entschieden sich für die nordische Abkunft der Art ausspricht, aufgefallen war (Vergl. auch BREHM 9, 10). Dieses Tier ist nämlich nicht nur im Norden, sondern auch — wie es scheint — in den meisten kalkarmen Urgebirgsgegenden Mitteleuropas sehr häufig. Dass sein Fehlen in anderen Gegenden Mitteleuropas nicht auf thermische Ursachen zurückgeführt werden kann, beweist sein häufiges Vorkommen in den meisten, im Sommer vielfach stark erwärmten Seen des südschwedischen Hochlandes (vergl. auch TRYBOM 94, 95, 96).

Wie *Polyphemus* und *Holopedium* so ist auch *Bosmina obtusirostris* eine für nordeuropäische Gewässer sehr charakteristische Cladocere. Von mitteleuropäischen Forschern wird sie aber beinahe nie gemeldet. Das Fehlen der *B. obtusirostris* in Mitteleuropa ist aber vermutlich nur scheinbar, da die von nordischen Forschern mit diesem Speziesnamen bezeichneten Formen, von mitteleuropäischen Autoren in



den Formenkreis der sehr variablen Art *coregoni* hineinbezogen werden. Dass sie vielleicht auch dorthin gehört (namentlich in die *longispina—bohémica*-Reihe, vergl. BURCKHARDT 11) wurde schon vor Jahren von WESENBERG-LUND ausgesprochen. Jedenfalls kommen in Mitteleuropa der *B. obtusirostris* sehr ähnliche *Bosmina*-Formen vor. S. A. POPPE (S. RÜHE 66) fand im kleinen Bullensee eine *B. brevirostris* P. E. MÜLLER, die später von LILLJEBORG (42) als mit der Sars'schen *obtusirostris* identisch erklärt wurde. Eine ähnliche Form wurde dann von RÜHE im Paarsteiner See gefunden, und derselbe Autor machte auf die grosse Übereinstimmung dieser Paarsteiner-Bosmine mit Juliformen der *B. coregoni* var. *stingelini* aus dem Titisee (Schwarzwald) aufmerksam. Eine dieser letzteren nahestehende Form (*B. coregoni-abnobensis* SCHEFFELT) fand SCHEFFELT (69) im Nonnenmattweiher des südlichen Schwarzwalds vor. Vielleicht sind solche *obtusirostris*-ähnliche *Bosmina*-Formen besonders in Urgebirgsgegenden Mitteleuropas weit verbreitet. Ich will nun aber nicht für eine nähere Verwandtschaft zwischen den genannten deutschen *Bosmina*-Formen und der *B. obtusirostris* Nordeuropas das Wort reden, halte es im Gegenteil für mindestens ebenso wahrscheinlich, dass wir in diesen Fällen mit einer durch Ähnlichkeit der Milieubedingungen verursachte konvergenten Entwicklung zu thun haben.

Unsere bisherigen Erörterungen haben gezeigt, dass wir die von uns gesuchten natürlichen Gewässertypen nicht auf dem Wege einer geographischen Regioneneinteilung finden können, und zugleich haben sie auf das andere oben erwähnte Haupteinteilungsprinzip, das wir kurz als das Milieuprinzip bezeichnen können, hingewiesen.

Klassifizierungen der Gewässer nach diesem Prinzip sind nun auch vielfach versucht worden. Andeutungen in diese Richtung waren schon die von APSTEIN (6) und HUITFELDT-KAAS (27) vorgenommenen Einteilungen der Seen nach bestimmten für sie charakteristischen Phytoplanktongruppen, und wenigstens die von dem letztgenannten Autor unterschiedenen *Chlorophyceen*- und *Schizophyceen*-Seen dürften in der Hauptsache zwei natürlichen grösseren Seetypen entsprechen. Dieselben Seetypen sind es auch, die von WESENBERG-LUND als nordeuropäische und baltische bezeichnet wurden, sie lassen sich nur nicht in die Rahmen geographisch umgrenzter Regionen einpassen. Um die nämlichen beiden Haupttypen handelte es sich vermutlich wiederum, da SCHRÖDER (77) die Wasserbecken Mitteleuropas in solche der norddeutschen Tiefebene und solche der Gebirge einteilte.

Eine klare Anerkennung der chemisch—ernährungsphysiologischen Gesichtspunkte finden wir bei LEMMERMANN (38) und SCHORLER (76). Es würde aber zu weit führen diese — unter sich verschiedene — Einteilungsversuche hier näher zu besprechen. Um zu motivieren, weshalb wir keine derselben unserer Darstellung des Teichzooplanktons zu grunde legen können, sollen nur folgende Bemerkungen gemacht werden: Für uns gilt es Gewässertypen zu unterscheiden, die qualitativ verschiedenen Zooplanktonformationen entsprechen. Wie aus unseren späteren Darstellungen sich ergeben wird, hat es nun den Anschein, als ob quantitativen Verschiedenheiten der Phytoplanktonproduktion — wir wollen diese nicht näher spezifizieren — in erster Linie beträchtliche Qualitätsverschiedenheiten des Zooplank-

tons entsprechen sollten. Diese Parallelität zwischen Quantität des Phytoplanktons und Qualität des Zooplanktons ist es, die wir bei der Unterscheidung verschiedener Gewässertypen vor allem berücksichtigen müssen. Von den vier von SCHORLER nach rein chemischen Gesichtspunkten und ohne Rücksicht auf das Plankton unterschiedenen Gewässertypen sind drei durch weiches, mineralstoffarmes Wasser charakterisiert und unterscheiden sich nur durch Verschiedenheiten in der Art und Menge der organischen Substanz. Der vierte Typus umfasst dann alle harten und mineralstoffreichen Gewässer. Es braucht aber offenbar nicht alles harte oder überhaupt mineralstoffreiche Wasser alle für eine reiche Phytoplanktonproduktion nötigen Stoffe zu enthalten<sup>1</sup>. Es kann der eine oder andere Nährstoff (z. B.  $P_2O_5$ ) in ungenügender Menge vorhanden sein und somit gemäss dem Liebig'schen Minimumgesetz die Produktion beschränken. Die vierte Gruppe von SCHORLER dürfte somit ernährungsphysiologisch sehr heterogene Dinge umfassen. Für uns kommt es aber hauptsächlich darauf an, die Gewässer nach der Gesamtheit aller, die Phytoplanktonproduktion überhaupt bestimmenden Bedingungen zu graduieren und dies lässt sich weder auf Grund des Lemmermann'schen noch des Schorler'schen Systems ausführen.

Es ist zwar anzunehmen, dass nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität des Phytoplanktons die Zusammensetzung des Zooplanktons beeinflusst, wir sind aber noch nicht im stande diese feineren Beziehungen zu erkennen. Es erscheint uns deshalb vorläufig am zweckmässigsten, nur verschiedene Stufen des gesamten Nährstoffreichtums zu unterscheiden.

Nach diesem Prinzip — und im nahen Anschluss an das Saprobiensystem von KOLKWITZ und MARSSON — hat NAUMANN (53) neulich eine — wie es mir scheint — sehr zweckmässige Einteilung der limnischen Planktonformationen — und damit auch der Gewässer selbst — vorgeschlagen. Zwar nimmt NAUMANN bei seiner Einteilung nur auf das Phytoplankton Rücksicht; wegen der oben hervorgehobenen Parallelität, die wenigstens in Teichgewässern zwischen Phytoplanktonproduktion und Zooplanktonqualität zu bestehen scheint, hat sich diese Einteilung jedoch als in der Hauptsache auch auf das Zooplankton anwendbar erwiesen. Da wir deshalb das Naumann'sche System unserer weiteren Darstellung des Teichzooplanktons zu grunde legen werden, wollen wir dasselbe hier wiedergeben.

- |                              |   |   |
|------------------------------|---|---|
|                              | { | Tritt nur als Oberflächenplankton in elektrolytenarmen Gewässern auf, und zwar in folgenden Fazies: |
| I. Die oligotrophe Formation |   | 1. Eulimnische oder Seenfazies. (Früher = der »nordeuropäische Seentypus« der älteren Literatur.)   |
|                              |   | 2. Helophile oder Teichfazies.  |
|                              |   | 3. Potamische oder Flussfazies.   |

<sup>1</sup> Dies wird auch keineswegs von SCHORLER behauptet.



- |                                 |   |   |
|---------------------------------|---|---|
| II. Die eutrophe Formation      | { | Tritt vor allem als Oberflächenplankton in elektrolytenreichen Gewässern auf. (Früher = der »baltische Seentypus« der älteren Literatur.) Nähere Gruppierung wie I. |
| III. Die heterotrophe Formation | { | Als Oberflächenplankton nur in saprobisierten Gewässern.<br>Kommt dazu als Tiefenplankton in Seen und Teichen vor.  |

Die heterotrophe Formation, die in Teichen wohl nur als Folge übermässiger Düngung oder Fütterung auftreten dürfte, kann hier unberücksichtigt bleiben.

Während die für kalkarme Urgebirgsgegenden charakteristische oligotrophe Formation sich durch sehr geringe, niemals vegetationsfärbende Produktion auszeichnen soll, ist nach NAUMANN »die vegetationsfärbende Hochproduktion« das planktologische Charakteristikum der eutrophen Formation.

Was die Assoziationstypen, aus denen sich die beiden letztgenannten Formationen zusammensetzen, betrifft, soll nach NAUMANN die eutrophe Formation vornehmlich durch  $\beta$ -mesosaprobe und oligosaprobe, die oligotrophe Formation hingegen durch katharobe Organismen charakterisiert sein. Da es aber kaum (oder wenigstens nur sehr wenige) katharobe Tiere gibt, können diese Angaben NAUMANNs nur für das Phytoplankton zutreffend sein.

Die Naumann'sche Charakteristik der beiden Formationen bedarf daher, um für das Gesamtplankton gelten zu können, einer Vervollständigung, die wir im nächsten Abschnitt wenigstens für die Teichfazies zu geben versuchen werden.

Selbstverständlich gibt es verschiedene Grade von Eutrophie bzw. Oligotrophie, so dass die beiden Haupttypen durch alle möglichen Zwischenstufen mit einander verbunden sind. Doch ist wenigstens im südlichen Schweden jeder Haupttypus in ziemlich scharf ausgeprägter Form über weite Gebiete verbreitet, der oligotrophe über die kalkarmen Urgebirgsgebiete, der eutrophe über das wohlkultivierte, elektrolytenreiche Flachland. Die beide Haupttypen verbindenden Zwischenglieder haben wir hauptsächlich in Grenzgebieten, wo das Urgebirge auf kalkreiche, sedimentäre Gesteinsarten stösst, und wo die Bodenbeschaffenheit sehr wechselnd ist, zu suchen. Ferner können in typisch oligotrophen Gegenden gelegene Gewässer, durch Kultureinflüsse (Abwässer, Düngung, Fütterung) mehr oder weniger eutroph werden. Solche Fälle werden wir später noch zu besprechen haben (vergl. auch NAUMANN 53).

In den oligotrophen und eutrophen Gewässern haben wir zwei Haupttypen von süssen Gewässern erkannt. Die einem jeden dieser Typen zugehörigen Objekte können wir uns in eine Gewässerreihe (vergl. S. 64), innerhalb welcher die Stufen Tümpel—Teich—See mit einander wenigstens einigermaßen vergleichbar sind, geordnet denken. Hierbei müssen wir uns aber immer vergegenwärtigen, dass diese Gewässerreihen erster Ordnung sich wahrscheinlich in beliebig viele Reihen zweiter, dritter usw. Ordnung aufspalten liessen und dass bei dieser Aufspaltung thermische



und andere Faktoren in Betracht kommen könnten. So könnten wir z. B. die oligotrophen Gewässer zuerst in solche mit braunem Humuswasser und solche mit farblosem Wasser, und diese beiden Typen zweiter Ordnung dann wiederum in kalte und warme usw. einteilen. Da aber unser Material nicht hinreichend ist, um eine konsequent durchgeführte Aufspaltung der Haupttypen in parallele Reihen zu gestatten, müssen wir uns im folgenden damit begnügen, nur die beiden Haupttypen streng auseinanderzuhalten. Doch werden wir immer versuchen, Varianten der Haupttypen bewirkende Nebenfaktoren möglichst zu berücksichtigen.

Ich kann den Abschnitt über Gewässertypen nicht verlassen ohne auch die bedeutsamen Arbeiten von BIRGE and JUDAY (8) und THIENEMANN kurz zu erwähnen. Dass diese Arbeiten nicht schon vorher besprochen wurden<sup>1</sup>, beruht darauf, dass die genannten Autoren ihre Seetypen hauptsächlich auf Grund von Verschiedenheiten in der Temperatur- und Sauerstoffschichtung grösserer Seen aufstellten, ein Einteilungsprinzip, das natürlich nicht direkt auf ganz seichte Teiche sich anwenden lässt. In einer sehr interessanten Arbeit (93) macht indessen THIENEMANN neulich geltend<sup>2</sup>, dass die Gewässereinteilung von NAUMANN prinzipiell mit der von ihm vorgeschlagenen sich decke: »Denn — wie ich schon früher betonte — beruhen diese Verschiedenheiten in der Sauerstoffschichtung auf Verschiedenheiten in der quantitativen Entwicklung des Planktons, ja man kann diese verschiedenartigen Sauerstoffschichtungswerte und -kurven gewissermassen als den zahlenmässigen Ausdruck der verschieden grossen Planktonquantität betrachten« (THIENEMANN). Immerhin hat das Naumann'sche System den Vorteil, dass es nicht bloss eigentliche Seen sondern überhaupt alle süssen Gewässer umfasst und ferner noch auf die die Unterschiede primär bedingenden Faktoren, nicht auf Folgeerscheinungen von diesen, sich basiert.

### Oligotrophes Teichzooplankton.

Die Teiche bei Aneboda, aus denen das von uns selbst untersuchte Zooplanktonmaterial zum weitaus grössten Teil stammt, sind in ihrem Naturzustande sehr typisch oligotroph und zwar alle dem Untertypus der braunen Humusgewässer angehörend. Da aber alle diese Teiche ablassbar sind und im Winter meistens trocken liegen, wird die Verwertbarkeit des aus ihnen stammenden Materials für eine allgemeine Charakteristik des oligotrophen Teichzooplanktons einerseits insofern eingeschränkt, als wir keine Auskunft über das winterliche Zooplankton dieses Teichtypus bekommen

<sup>1</sup> Einige der diesbezüglichen Arbeiten von THIENEMANN wurden jedoch S. 67 in etwas anderem Zusammenhang erwähnt.

<sup>2</sup> Die Aussage von THIENEMANN bezieht sich zwar nicht auf die in der letzten Arbeit NAUMANN'S vorgeschlagene, oben wiedergegebene Einteilung der Planktonformationen, sondern auf die Gewässereinteilung in einer früheren Arbeit desselben Autors (52), da es sich aber in beiden Fällen im grossen ganzen um dieselben Hauptprincipien handelt, könnte sie ebensogut in Bezug auf die letzte Einteilung NAUMANN'S gelten.

können, anderseits könnte es auch fraglich erscheinen, ob nicht das Frühjahrs-, Sommer- und Herbstplankton durch die Trockenperioden so durchgreifend beeinflusst werde, dass wir die in solchen Teichen gewonnenen Ergebnisse nicht auf permanente Teiche desselben Typus übertragen können. Den erstgenannten Mangel können wir nicht abhelfen, da auch in der Literatur alle Angaben über das winterliche Zooplankton typisch oligotropher Teiche fehlen<sup>1</sup>. Den Einfluss der winterlichen Trockenperioden auf die Zusammensetzung des Zooplanktons der wärmeren Jahreszeit, sind wir dagegen imstande sowohl durch vereinzelte eigene Beobachtungen an permanenten — resp. an auch im Winter bespannt gewesenen ablassbaren — Teichen, als auch durch Heranziehung von Literaturangaben ziemlich genau zu beurteilen. Auf diese Frage werden wir näher eingehen, nachdem wir zuerst eine allgemeine Charakteristik des Zooplanktons der Anebodateiche gegeben haben.

### Kurze Charakteristik des oligotrophen Zooplanktons der Teiche bei Aneboda.

Da wir an dieser Stelle Auskunft über ein typisch oligotrophes Teichzooplankton haben wollen, müssen wir alle Fälle, wo in den Teichen gefüttert oder erheblich in irgendeiner Weise gedüngt wurde, von der Betrachtung ausschliessen. Durch solche Massnahmen kann nämlich der Charakter des Zooplanktons nach der eutrophen Richtung beeinflusst werden. Es müssen aus diesem Grunde folgende Fälle hier angeschlossen werden:

1910. Teiche: Stenfälledammen N:o 10, Övre Sägdammen, Nedre Sägdammen.

1917. Teiche: Stenfälledammen N:o 7 und N:o 8.

1920. Teiche: Nedre Hållsdammen, Övre Sägdammen, Nedre Sägdammen, Stenfälledammen N:o 9 und N:o 10, Övre Brittelaggdammen und Nedre Brittelaggdammen.

Ausserdem ist es möglich, dass die ziemlich reichliche Gründüngung des Teiches Stenfälledammen N:o 9 im Sommer 1918 den Zooplanktoncharakter etwas beeinflusste. Dagegen brauchen wir kaum mit der Gründüngung im Teiche Övre Sägdammen zu rechnen, da es anzunehmen ist, dass die in diesem Teich überaus lästige Potamogetonvegetation die Wirkung der Düngung so ziemlich illusorisch machte.

*Frühjahr.* In den ersten Wochen nach der Bespannung der Teiche ist das Zooplankton quantitativ meistens sehr arm. Nur einmal (N. Sägdammen 1918) konnte schon im April (30. IV) eine bedeutende hauptsächlich aus *Cyclops strenuus* und *Diaptomus castor* bestehende Planktonmenge erbeutet werden, und auch hierbei liegt die Möglichkeit vor, dass es sich nur um eine starke lokale Anhäufung der

<sup>1</sup> Der von FRIČ u. VÁVRA auch im Winter untersuchte typisch oligotrophe Gatterschlager Teich in Böhmen, ist wegen seiner beträchtlichen Grösse nicht als Teich zu betrachten. Dasselbe gilt von dem Moritzburger Grossteich (SCHORLER u. THALLWITZ), der ausserdem vielleicht einen etwas mehr entrophen Charakter hat. Die von LIST untersuchten kleineren Teiche bei Darmstadt sind alle ziemlich eutroph.



genannten Formen handelte. Für dieses spärliche Frühjahrsplankton sind am meisten charakteristisch: *Cyclops strenuus*, *Diaptomus gracilis* (*D. castor*, N. Sâgdammen 1918), *Bosmina longirostris* und *Synecheta* sp. (wahrscheinlich wenigstens zum grössten Teil *S. pectinata*).

*Sommer.* Diejenigen Formen, die im Sommer den Planktoncharakter bestimmen, können zwar schon sehr früh nach der Teichbespannung erscheinen, sind aber anfänglich meistens nur schwach vertreten. Im Mai, bisweilen schon im Anfang dieses Monats, beginnen sie aber zahlreicher zu werden. Zugleich nimmt die gesamte Zooplanktonmenge rasch zu und die spezifischen Frühjahrsformen werden immer mehr zurückgedrängt.

Die wichtigsten Sommerformen und zugleich diejenigen, die zuerst die Konkurrenz mit den Frühjahrsformen aufnehmen, sind *Daphnia longispina*, *Bosmina obtusirostris* und *Polyphemus pediculus*. An zweiter Stelle sind *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia pulchella*, *C. quadrangula* und *Cyclops Leuckarti*, ferner noch *Scapholeberis mucronata* und *Corethralarven*<sup>1</sup>, zu nennen. Abgesehen von *Conochilus volvox*, der während einer kurzen Periode im Vorsommer (Ende Mai und Anfang Juni) eine Rolle spielen kann um dann wieder gänzlich zu verschwinden, kommen Rotatorien im Sommerplankton der Anebodeteiche beinahe gar nicht vor.

Das Sommerplankton wird ganz und gar von den Cladoceren beherrscht, und unter diesen gewinnt wiederum sehr oft entweder *Daphnia longispina* oder *Bosmina obtusirostris* die Oberhand über alle die übrigen. Die erstgenannte dieser beiden Formen ist besonders in den Teichen Övre Hållsdammen, Nedre Hållsdammen, Övre Sâgdammen und Nedre Sâgdammen, die letztgenannte vor allem im Teich Jämfälledammen aber auch im Övre Brittelaggdammen und (weniger ausgesprochen) im Nedre Brittelaggdammen dominierend gewesen. Die Dominanz einer dieser Formen kann den ganzen Sommer hindurch beinahe ununterbrochen andauern und zuweilen so stark sein, dass alle anderen Formen ganz in den Hintergrund gedrängt werden. Es kommt aber auch vor, dass mehrere Formen zugleich so stark vertreten sind, dass keine besondere als dominierend bezeichnet werden könnte (z. B. Övre Hagadammen 1918). *Polyphemus pediculus* erreicht Ende Mai oder Anfang Juni sein Maximum und kann zu dieser Zeit vielfach an der Oberfläche stark dominieren. Ohne jemals selten zu werden nimmt er später an Zahl mehr oder weniger ab. Im August macht sich aber oft ein zweites kleineres Maximum bemerkbar.

Etwas später im Sommer als die eben besprochenen drei Hauptformen machen sich *Diaphanosoma* und die *Ceriodaphnien* — in der Regel jedoch nicht sehr stark — im Plankton geltend. *Ceriodaphnia quadrangula* wurde erst im Spätsommer in etwas grösserer Zahl vorgefunden. Von den letztgenannten drei Cladoceren ist *Diaphanosoma*, die ausnahmsweise sogar dominierend angetroffen worden ist, die ohne Zweifel wichtigste.

*Cyclops Leuckarti* kann schon im zeitigen Frühjahr erscheinen, erreicht aber sein (meistens nicht sehr bedeutendes) Maximum entweder im Vorsommer (Ende

<sup>1</sup> Die *Corethralarven* sind vielleicht besonders für oligotrophe Teiche des humusbraunen Subtypus charakteristisch.



Mai, Juni) oder auch im Spätsommer (August). Im Hochsommer wurde er aber immer nur spärlich gesehen.

Von den Frühjahrsformen kann nur *Bosmina longirostris*<sup>1</sup> unter Umständen auch im Sommer ziemlich stark vertreten sein, wie es scheint aber vornehmlich nur in ganz kleinen und seichten Teichen oder auch in solchen mit reichlich entwickelter Vegetation (vielleicht besonders *Glyceria* oder andere Gräser mit weichen Blättern<sup>2</sup>), die vermutlich in irgendwelcher Beziehung zur Ernährung dieser *Bosmina*-Art steht. Es macht sich aber auch in diesen Fällen ein Hochsommerminimum bemerkbar, und andererseits kommt ein Spätsommermaximum auch in solchen (typisch oligotrophen!) Teichen, wo die Art während des grössten Teils der eigentlichen Sommerzeit fehlte oder nur spärlich vorkam, vielfach zur Ausbildung. Eine gewisse Übereinstimmung im Auftreten zwischen *Cyclops Leuckarti* und *Bosmina longirostris* lässt sich somit nicht verkennen.

Die sommerliche Zooplanktonproduktion ist zwar in verschiedenen Teichen und verschiedenen Jahren sehr verschieden, durchschnittlich aber ziemlich beträchtlich, nicht selten sogar ausserordentlich gross. So wurde im Teiche Jämfälledammen am 13. VII 1910 ein durchschnittlicher Planktongehalt (beinahe ausschliesslich tierisches Plankton) von etwa 100 ccm pro cbm festgestellt. Zum Vergleich sei angeführt, dass WALTER (101) für »Teiche von guter und sehr guter Produktivität einen Gehalt an tierischem Plankton von 15—50 ccm pro cbm Wasser« angibt. Es mag befremdend erscheinen, dass ein ausgesprochen oligotropher Teich so grosse Zooplanktonmengen produzieren kann, es ist aber eben dies ein charakteristischer Zug der oligotrophen Humusgewässer. Bei sehr minimaler Phytoplanktonmenge, kann das Zooplankton (besonders in Teichen) es oft zu einer ganz gewaltigen Massenentwicklung bringen. Seitdem wir besonders durch NAUMANN'S (52, 56) eingehende Untersuchungen wissen, welche grosse Rolle der staubfeine Detritus der Humusgewässer für die Ernährung vieler Planktoncladoceren spielt, ist diese Erscheinung jedoch nicht schwer zu verstehen. Es soll später noch auf diese Frage näher eingegangen werden, ich möchte indessen schon hier bemerken, dass meine Befunde dafür sprechen, dass nicht alle Teichplanktontiere gleich gut mit der Detritusernährung auskommen können, oder auch dafür, dass der Detritus im Frühjahr und Herbst meistens von anderer (besserer) Qualität als im Hochsommer ist.

*Herbst.* Im Herbst nimmt die Zooplanktonmenge sehr schnell ab. Besonders im Jahre 1918 hatte diese Abnahme — vermutlich als Folge eines heftigen Temperatursturzes am 31. VIII und 1. IX — einen geradezu katastrophalen Charakter, indem im September nur kümmerliche Überreste des noch Ende August meistens mächtig entwickelten Zooplanktons zurück geblieben waren. Von Sommerformen

<sup>1</sup> Im Teiche Övre Hagadammen wurde im August 1918 auch *Diaptomus gracilis*, zwar nicht zahlreich aber immerhin ziemlich häufig festgestellt.

<sup>2</sup> In den Fällen, wo ich eine stärkere Vertretung der *Bosmina longirostris* in grösseren — nicht eutrophierten — Teichen während der eigentlichen Sommerzeit feststellen konnte war *Glyceria fluitans* stark entwickelt und *B. l.* in unmittelbarer Nähe von dieser Vegetation in grösster Zahl vorhanden.

scheint sich *Daphnia longispina* im Herbst am besten zu halten. Sie war im September 1918 — trotz stark verminderter Individuenzahl — in vielen Teichen die einzige Planktonform, die — abgesehen von *Synchæta* — noch eine Rolle spielte. Das schon erwähnte — nicht immer vorkommende — Spätsommermaximum von *Bosmina longirostris* kann sich bis in September hinein verschieben. Von den im Sommer vermissten Frühjahrsformen kommen sonst besonders *Synchæten*, zuweilen (Ö. Hagadammen 1918) auch *Diaptomus gracilis* im Herbst wieder zum Vorschein, jedoch nie in so grosser Menge dass sie nur einigermaßen den Verlust an Cladoceren zu ersetzen vermöchten.

*Zusammenfassend kann gesagt werden, dass während des weitaus grössten Teils der Bespannungszeit, d. h. von etwa Mitte Mai bis in den September hinein, das Netzplankton der Anebodateiche ganz und gar von den Cladoceren dominiert wird. Während dieser Zeit fehlen Rotatorien beinahe gänzlich und die Copepoden (Cyclops Leuckarti) spielen meistens nur eine ziemlich untergeordnete Rolle. Unter den Cladoceren sind Daphnia longispina, Bosmina obtusirostris und Polyphemus pediculus die wichtigsten. Im Frühjahr und Herbst ist die Zooplanktonmenge in der Regel sehr gering.*

### Vergleich zwischen dem Zooplankton der Anebodateiche und demjenigen oligotropher Teiche in anderen Gegenden.

Wie aus dem speziellen Teil hervorgeht, habe ich ausser in Aneboda nur in der Provinz Schonen Teiche untersucht. Gerade diese südlichste Provinz Schwedens erscheint aber besonders geeignet wertvolles Vergleichsmaterial abzugeben und zwar deswegen, weil einerseits das Klima hier milder als in Aneboda ist und mit dem mitteleuropäischen nahe übereinstimmt und weil andererseits die geologische Struktur der Landschaft sehr wechselnd, zum Teil derjenigen der Anebodagegend ähnlich (Urgebirge, kalkarme Moore etc.), zum Teil aber auch ganz verschieden (sedimentäre kalkreiche Gesteinsarten, Lehm, Mergel) ist. Es kamen zwar nur vereinzelte Proben aus Teichen dieser Provinz zu Untersuchung, verglichen einerseits mit einander und mit dem grossen Material aus Aneboda, andererseits mit aus der Literatur bekannten Befunden aus andern Ländern, gestatten sie aber doch ziemlich weitgehende Schlüsse zu ziehen.

Von den in Schonen untersuchten Teichen sind folgende als dem oligotrophen Typus angehörend zu betrachten: 1) die Teiche 1—3 in Röstånga, 2) der Moorteich bei Vinninge und 3) die Teiche bei Eriksdal. Von diesen gehören wiederum die Teiche 1—2 in Röstånga und der Moorteich bei Vinninge dem Subtypus der braunen Humusgewässer an, die übrigen haben ein beinahe farbloses, klares Wasser.

Die Teiche 1—2 in Röstånga waren am 13. VI 1920 von einem Zooplankton bevölkert, das von demjenigen vieler Teiche in Aneboda überhaupt nicht zu unterscheiden war (vergl. S. 58). Auf die Ähnlichkeit des Zooplanktons in dem permanenten Torfweiher bei Vinninge und in den Anebodateichen wurde schon im vorigen Abschnitt (S. 68) hingewiesen. Ein Unterschied war hier nur insofern zu bemerken,



dass *Diaptomus gracilis* in ziemlicher Zahl vorkam, was in Aneboda so spät im Sommer (20. VI) nicht der Fall zu sein pflegt. Dieser Unterschied fällt jedoch wenig ins Gewicht. Denn einerseits war *Diaptomus* auch in dem Torfweiher lange nicht die dominierende Form, und anderseits kommt ja dieselbe Spezies auch in Aneboda vor, tritt nur dort etwas früher auf.

Wir können somit zusammenfassend sagen, dass das Zooplankton der Humusteiche in Schonen unabhängig von Ablassbarkeit und Lage von demjenigen der Anebodateiche prinzipiell nicht verschieden war.

Von den oligotrophen Teichen mit (wenigstens nahezu) farblosem Wasser, enthielt der Teich N:o 3 bei Röstånga (13. VI) ein Zooplankton, das zwar quantitativ (geringere Planktonmenge) nicht aber qualitativ sich von dem soeben geschilderten Typus unterschied (Vergl. S. 58). Geringe Planktonproduktion dürfte zwar ein allgemeines Charakteristikum des farblosen Subtypus der oligotrophen Gewässer sein, in diesem speziellen Falle ist es indessen nicht ausgeschlossen, dass die geringe Planktonmenge zum Teil auch von dem starken Karpfenbesatz bedingt oder nur zufällig war. — Da der hier besprochene Teich wenigstens etwas mehr als ein ganzes Jahr (vielleicht sogar noch längere Zeit) ununterbrochen bespannt gewesen war, gibt er eine neue Stütze für die Ansicht ab, dass der Charakter des Zooplanktons oligotropher Teiche qualitativ nicht wesentlich von den winterlichen Trockenperioden beeinflusst wird.

Die Eriksdalteiche stellen anscheinend eine etwas abweichende Variante des oligotrophen Teichtypus dar, was wohl mit dem höheren Kalkgehalt und der üppigen, von derjenigen der vorherbesprochenen Teiche sehr verschiedenen Vegetation dieser Teiche zusammenhängt (vergl. S. 55). Leider genügt das mir zu Verfügung stehende Material lange nicht um diese Variante nur einigermaßen sicher zu diagnostizieren. Vor allem lässt sich auf Grund dieses hauptsächlich mit dem groben Griesgazenetz eingesammelten Materials nichts sicheres über die Rolle der Rotatorien im eigentlichen Sommerplankton ermitteln.

Sehen wir aber von den Rädertieren ganz ab, so scheint die starke Vertretung des *Diaptomus vulgaris* der am meisten auffallende Charakterzug des sommerlichen Zooplanktons der Eriksdalteiche zu sein. Ferner dürfte auch *Bosmina longirostris* in Eriksdal von relativ grösserer Bedeutung sein (Einfluss der Vegetation!), als dies in typisch oligotrophen Teichen im Sommer der Fall sein pflegt. Vielleicht gilt dies auch für *Diaphanosoma*. Dagegen scheint die Bedeutung von *Daphnia longispina* geringer als in Aneboda zu sein, und *Bosmina obtusirostris* wird beinahe gänzlich vermisst. In dem Vorhandensein des *Polyphemus* und in der anscheinend geringen Entwicklung des Phytoplanktons spricht sich der in Bezug auf das Plankton oligotrophe Charakter der Eriksdalteiche immerhin deutlich aus.

Die Literaturangaben über das Zooplankton sicher oligotropher Teiche sind ausserordentlich spärlich<sup>1</sup>. Es kommen eigentlich nur in Betracht: die interessante

---

<sup>1</sup> Ich sehe hier ganz von arktischen und hochalpinen Gegenden ab.



Arbeit von LEVANDER (39) über verschiedenartige Wasseransammlungen auf den finnischen Skäreninseln, einige Angaben von STENROOS (82, 83), die sich zum Teil auf dieselben Gegenden, zum Teil aber auch auf Russisch-Karelien beziehen, sowie bei KLEIBER (31) vorkommende Andeutungen, aus denen mit einiger Wahrscheinlichkeit Schlüsse auf die Zusammensetzung des Zooplanktons des anscheinend oligotrophen Fischmattenweiher im Schwarzwald gezogen werden können. Leider wird in keiner dieser Arbeiten das Plankton der betreffenden Weiher gesondert behandelt, sondern entweder sämtliche vorgefundene Tierformen (LEVANDER) oder nur die Crustaceen bezw. die Cladoceren (STENROOS, KLEIBER) aufgezählt. Durch Ausschliessen der typischen Boden- und Vegetationsformen lässt sich doch in vielen Fällen ein wahrscheinlich ziemlich getreues Bild des eigentlichen Zooplanktons rekonstruieren. Durch briefliche Mitteilung des Herrn Prof. Dr. K. M. LEVANDER ist die Richtigkeit dieser Rekonstruktion, was die von ihm untersuchten Wasseransammlungen betrifft, bestätigt worden. Unter den sehr vielen von ZACHARIAS gelegentlich untersuchten Teichen scheinen auch einige typisch oligotrophe vorgekommen zu haben. Besonders zeigte der Zweiröhrichtteich (Forschungsber. Biol. Stat. Plön, Teil XI. S. 241) nach den Angaben von ZACHARIAS zu beurteilen ein typisch oligotrophes Gepräge.

Unter den von LEVANDER studierten Kleingewässern können nur die grössten, als »Sümpfe« bezeichneten, schon als kleine Weiher oder Teiche betrachtet werden. Diese werden folgendermassen charakterisiert: »Die Sümpfe unterscheiden sich von den Moostümpeln und Felsensphagneten durch die beträchtlichere Tiefe und Ausdehnung des freien Wasserkörpers sowie dadurch, dass sie immer mit im Wasser wachsenden emersen Sumpfphanerogamen bewachsen sind. Der Boden ist überlagert mit dicker Schlammschicht, die Ufer und zum Theil der Boden sind in der Regel bewachsen mit *Amblystegium fluitans* und *Sphagnum*. — — — Das Wasser ist braungefärbt.« Die grösseren dieser Sümpfe hatten eine Wasserfläche von 500—1000 m<sup>2</sup> und eine Tiefe von etwa 0,5 m. In sieben solchen Sümpfen wurden folgende planktonische Tierformen festgestellt: *Daphnia longispina*, *Bosmina obtusirostris*<sup>1</sup>, *Scapholeberis mucronata*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Polyphemus pediculus*, *Cyclops strenuus*, *C. vernalis* und *Anurea valga*. Die letztgenannte Form war — wenn wir von einem einzigen Exemplar von *Notholca longispina* absehen — das einzige planktonische Rädertier der Weiher, und auch sie kam nur in zwei von den sieben Weihern vor und — wie es scheint — auch in diesen nicht in grösserer Menge. Die Cladoceren — besonders die drei erstgenannten — waren die wichtigsten Formen. Aus diesen Angaben ist ersichtlich, dass das sommerliche Zooplankton der von LEVANDER untersuchten Weiher mit demjenigen der Anebodateiche fast ganz identisch war. Nur *Diaphanosoma brachyurum* wird vermisst. Da aber die Angaben von LEVANDER auf bei einzelnen Exkursionen gemachten Fänge sich gründen und da auch in Aneboda nicht alle typischen Formen zugleich in allen Teichen vorhanden sein brauchen, fällt das Fehlen dieser Form gar nicht ins Gewicht. Sie wurde übrigens

<sup>1</sup> Diese Art wurde damals von *L. B. brevirostris* genannt.

VON STENROOS in einem anderen Teiche derselben Gegend und ferner noch in Teichen in Russisch-Karelien gefunden. Die Angaben dieses Autors über die Crustaceenfauna dieser letztgenannten Teiche deuten auch darauf hin, dass das Zooplankton derselben demjenigen der Anebodateiche sehr ähnlich war. Er zählt nämlich folgende planktonisch lebende Crustaceen auf: *Daphnella* (*Diaphanosoma*) *brachyura*, *Daphnia longispina*, *Scapholeberis mucronata*, *Ceriodaphnia pulchella* und *Polyphemus oculus* (= *pediculus*). Für den Fischmattenweiher (Schwarzwald) soll nach KLEIBER vor allem sein grosser Reichtum an *Daphniden* typisch sein.

Da die meisten der hier zum Vergleich mit den Anebodateichen herangezogenen oligotrophen teichartigen Gewässer permanent waren und trotzdem ein sommerliches Zooplankton hatten, das demjenigen der Anebodateiche sehr ähnlich, vielfach sogar beinahe identisch war<sup>1</sup>, ist wohl die Annahme berechtigt, dass das winterliche Trockenliegen den Zooplanktoncharakter solcher Teiche qualitativ nicht wesentlich beeinflusst. Da aber die meisten dieser Teiche — nur der Teich N:o 3 bei Röstänga und die Eriksdalteiche ausgenommen — dem Subtypus der braunen Humusgewässer angehörten, müssen wir es indessen unentschieden lassen, inwieweit die farblosen oligotrophen Teiche hinsichtlich ihres Zooplanktons mit den Humusteichen übereinstimmen<sup>2</sup>. Indem ich die Beantwortung dieser Frage künftigen Untersuchungen überlasse, will ich hier die ausdrückliche Reservation machen, dass meine späteren Aussagen über das oligotrophe Teichzooplankton sich in erster Linie auf Teiche des humusbraunen Subtypus beziehen.

Wir sind nun so weit gelangt, dass wir den verschiedenen Stufen Tümpel—Teich—See innerhalb der oligotrophen Gewässerreihe hinsichtlich ihres Zooplanktons vergleichen können. Dieser Vergleich wird durch nachstehende Zusammenstellung, in welcher nur die wichtigeren Zooplanktonformen aufgenommen sind, erleichtert<sup>3</sup>.

*Chydorus sphaericus* habe ich nur mit einigem Zaudern unter den Planktonformen und zwar nur unter den Tümpelplanktonformen<sup>4</sup> aufgeführt. Bekanntlich tritt diese Form zuweilen auch in grösseren Gewässern — gelegentlich auch in den Anebodateichen — planktonisch auf, ist aber immerhin, soweit meine Erfahrung

<sup>1</sup> Nur das Plankton der Eriksdalteiche hatte durch die starke Vertretung des *Diaptomus vulgaris* ein etwas anderes Gepräge, was mit der in diesen Teichen abweichende Beschaffenheit des Wassers, des Bodens und der Vegetation in Zusammenhang gebracht wurde.

<sup>2</sup> Wie schon früher angedeutet wurde ist es wahrscheinlich, dass der Unterschied zwischen den beiden Subtypen der oligotrophen Gewässer hauptsächlich nur ein quantitativer ist.

<sup>3</sup> Bei der Auswahl der in der Zusammenstellung aufzunehmenden Tierformen habe ich, was die Tümpelformen betrifft, in erster Linie die oben erwähnte Arbeit (39) von LEVANDER, ferner noch Angaben von STENROOS benutzt, für die Seestufe — ausser eigenen Beobachtungen an den Seen bei Aneboda — Arbeiten von TRYBOM (94, 95, 96), STENROOS (82, 83), LEVANDER (40, 41), EKMAN (16), WESENBERG-LÜND (105) und HUITFELDT-KAAS (27).

<sup>4</sup> Den vielleicht etwas gewagten Ausdruck »Tümpelplankton« benutze ich nur deswegen, weil ich die Unterschiede eben derjenigen Tiergesellschaften, welche die freie Wassermasse von Gewässern verschiedener Grössenkategorien bevölkern, hervorheben möchte. Dass dieses »Tümpelplankton« sonst viel nähere Beziehungen zu der freischwimmenden Tierwelt des Litorals der Seen als zum eigentlichen Seeplankton zeigen muss, liegt auf der Hand. Auf diese Beziehungen werde ich indessen in dieser Arbeit nicht näher eingehen.



reicht, in solchen in der Regel als ausgesprochene Vegetationsform zu betrachten. In Tümpeln dürfte sie aber kaum von den Planktonformen zu trennen sein. Es sei übrigens auch bemerkt, dass die ganze Zusammenstellung nur als ein erster, vermutlich revisionsbedürftiger, Versuch, die Verschiedenheiten des Zooplanktons auf verschiedenen Stufen der oligotrophen Gewässerreihe klarzulegen, gemeint ist.

| Tümpel                                      | Teiche   | Seen.  |
|---|--|--|
| <i>Daphnia pulex</i> DE GEER                |  |  |
| <i>Chydorus sphaericus</i> O. F. MÜLLER     |  |  |
| <i>Daphnia longispina</i> O. F. MÜLLER      | <i>Daphnia longispina</i> s. str. O. F. MÜLLER |  |
| <i>Bosmina obtusirostris</i> SARS           | <i>Bosmina obtusirostris</i> SARS              |  |
| <i>Scapholeberis mucronata</i> O. F. MÜLLER | <i>Scapholeberis mucronata</i> O. F. MÜLLER    |  |
| <i>Polyphemus pediculus</i> L.              | <i>Polyphemus pediculus</i> L.                 |  |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i> SARS          | <i>Ceriodaphnia pulchella</i> SARS             |  |
|   | <i>C. quadrangula</i> O. F. MÜLLER             |  |
|   | <i>Diaphanosoma brachyurum</i> LIÉVIN          | <i>Diaphanosoma brachyurum</i> LIÉVIN                |
|   | <i>Cyclops Leuckarti</i> CLAUS                 | <i>Cyclops Leuckarti</i> CLAUS                       |
|   | <i>Diaptomus gracilis</i> SARS                 | <i>Diaptomus gracilis</i> SARS                       |
|   | <i>Conochilus volvox</i> EHRENG                | <i>Conochilus volvox</i> EHRENG                      |
|   | <i>Corethralarven</i>                          | <i>Corethralarven</i>                                |
|   |  | <i>Daphnia longispina</i> var. <i>cristata</i> SARS  |
|   |  | <i>D. longispina</i> var. <i>hyalina</i> LEYDIG      |
|   |  | <i>Holopedium gibberum</i> ZADDACH                   |
|   |  | <i>Limnospira frontosa</i> LILLJEB.                  |
|   |  | <i>Bosmina coregoni</i> var. <i>humilis</i> LILLJEB. |
|   |  | <i>B. coregoni</i> var. <i>lilljeborgi</i> SARS      |
|   |  | <i>B. coregoni</i> var. <i>longispina</i> LEYDIG     |
|   |  | <i>Leptodora Kindtii</i> FOCKE                       |
|   |  | <i>Bythotrephes longimanus</i> LEYDIG                |
|   |  | <i>Heterocope appendiculata</i> SARS                 |
|   |  | <i>Cyclops oithonoides</i> SARS                      |
|   |  | <i>Notholca longispina</i> KELLIC                    |
|   |  | <i>Anurea cochlearis</i> GOSSE                       |
|   |  | <i>Polyarthra platyptera</i> EHRENG                  |
|   |  | <i>Asplanchna</i> sp.                                |
|   |  | <i>Conochilus unicornis</i> ROUSS.                   |



Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich erstens; dass die Artenzahl der Planktontiere vom Tümpel zum See zunimmt, zweitens dass eben diese Zunahme der Artenzahl der hauptsächlichste Unterschied zwischen Tümpel- und Teichstufe ist. Wenn wir von dem als Planktonform etwas zweifelhaften *Chydorus* absehen, kommt in den Tümpeln nur eine einzige für sie allein charakteristische Form, nämlich *Daphnia pulex*<sup>1</sup>, vor. Die in den Teichen neu hinzugekommenen Formen sind in der Regel von geringerer Bedeutung als diejenigen, die schon in den Tümpeln die Hauptrolle spielten. Die Bedeutung der *Scapholeberis mucronata* als Planktonform wird von der Tümpel- zur Teichstufe stark reduziert. Unter den in Tümpeln fehlenden, in Teichen aber schon vorhandenen Formen ist *Diaphanosoma brachyurum* die wichtigste.

Auf der Seestufe verschwinden alle Tümpelformen ganz aus dem Plankton, es treten aber anderseits eine ganze Reihe noch auf der Teichstufe fehlende Formen neu hinzu. Was *Bosmina obtusirostris* betrifft bedarf doch diese Behauptung einer Erklärung. Diese Art wird nämlich in Nordeuropa vielfach auch in grösseren Seen pelagisch angetroffen (vergl. WESENBERG-LUND 105, 106, LEVANDER 41, HUITFELDT-KAAS 27, EKMAN 16 u. a.) und WESENBERG-LUND führt dieselbe sogar unter den für die arktische und die nordeuropäische Region besonders charakteristischen Planktoncrustaceen auf. Für die arktische Region mag dies wohl auch zutreffend sein, was die gewöhnlich zu der nordeuropäischen Region gezählten Gebiete betrifft hat es aber den Anschein, als ob *Bosmina obtusirostris* nur in solchen Seen, die im Sommer nicht allzu stark erwärmt werden (z. B. die meisten schottischen und norwegischen), als eigentliches Planktontier vorkäme, während sie in wärmeren Seen, die auch in dieser Region sehr verbreitet sind, vornehmlich nur in der Ufernähe sich aufhalten pflegt. So verhält sie sich in den warmen Seen der Anebodagegend und, wie es aus den Arbeiten von TRYBOM hervorgeht, auch in allen andern untersuchten Seen des südschwedischen Hochlandes. Die Angaben von LEVANDER über finnische Seen und diejenigen von STENROOS (83) über solche in Russisch-Karelien deuten in dieselbe Richtung. Vielleicht hängt das verschiedene Verhalten der *Bosmina obtusirostris* in kalten und warmen Seen mit der grösseren Viscosität des Wassers in den erstgenannten zusammen (vergl. WESENBERG-LUND 103, 108, OSTWALD 60, 61). Sollen doch auch so ausgesprochen litorale Tiere wie *Polyphemus pediculus* und *Sida crystallina* in der pelagischen Region der schottischen Seen vorkommen (WESENBERG-LUND 105). Es ist ja auch schon von ZSCHOKKE (123) und EKMAN hervorgehoben worden, dass in alpinen Seen die Unterschiede zwischen der limnetischen und litoralen Regionen dadurch verwischt werden, »dass die limnetischen Arten auch die Litoralzone bevölkern und dass litorale Arten öfter als gewöhnlich auch in der limnetischen Region

<sup>1</sup> Sehr merkwürdig ist, dass *Daphnia pulex* wenigstens in einigen Gegenden von Central- und Nordamerika (vergl. FORBES 19, C. JUDAY 28) pelagisch in — zum Teil sogar sehr grossen — Seen vorkommt. Im Plankton des grossen Lake Atitlan (38 km lang, 322 m tief) fand JUDAY übrigens auch viele andere sonst als Ufer-, Teich- und Tümpelformen bekannte Tiere (z. B. *Brachionus pala* und *Ceriodaphnia pulchella*) als wesentliche Bestandteile des Planktons, und MAUSH (46) berichtet, dass eine so ausgesprochene Uferform wie *Eurycercus lamellatus* im Plankton des Lake Winnebago stark vertreten sein kann.

umhertreiben» (EKMAN). Da nun aber die weitaus grösste Teil von Tümpeln und Teichen im Sommer stark erwärmt werden, können wir sie auch nur mit warmen Seen vergleichen, und für diese dürfte es gelten, dass *Bosmina obtusirostris* nicht zu den eigentlichen Komponenten des Planktons gehört, sondern sich vornehmlich nur in Ufernähe aufhält.

## Das eutrophe Teichzooplankton.

Der andere Hauptgewässertypus, dessen Teichzooplankton wir zu charakterisieren haben, ist der eutrophe. Wie vorher erwähnt, sind die eutrophen Gewässer überhaupt solche, die in fruchtbaren, meistens gut kultivierten Gegenden gelegen, ein an Pflanzennährstoffen reiches Wasser haben und dementsprechend auch eine starke Entwicklung des Phytoplanktons aufweisen.

Die beinahe ausschliessliche Berücksichtigung eutropher Teiche war es, die ZACHARIAS (119, 120) und WESENBERG-LUND (108) zu ihren zum Teil (ZACHARIAS) auch in STEUERS Handbuch wiederkehrenden Charakteristiken des Teichplanktons führte. Es soll nach diesen Autoren besonders die starke Vertretung verschiedener Rädertiere für das Teichzooplankton charakteristisch sein, nach ZACHARIAS ferner noch die Cladoceren-Gattung *Ceriodaphnia*. Die Arbeiten von DIEFFENBACH u. SACHSE (15), WAGLER (98), LIST (44, 45) und SCHÄDEL (68) liefern weitere Beispiele von Teichgewässern, in welchen die Rotatorien auch im Sommer eine stark hervortretende Rolle spielen. Da es nun aus der oben gegebenen Darstellung des Zooplanktons typisch oligotropher Teiche deutlich hervorgeht, dass gerade der beinahe gänzliche Mangel an Rotatorien im Sommerplankton für solche Teiche charakteristisch ist, müssen die genannten Autoren offenbar mit Teichen eines ganz anderen Typus zu thun gehabt haben. Dass dieser Typus eben der eutrophe sein müsse, konnte zwar von vornherein auf Grund des geologischen Charakters Norddeutschlands und Dänemarks angenommen werden, diese Annahme wurde aber durch meine eigenen Befunde aus sicher eutrophen Teichen in der Provinz Schonen noch weiter bestätigt. In diesen Teichen konnte nämlich auch ich ein Zooplankton feststellen, das dem üblichen Teichplanktonschema entsprach.

Ich will es nun versuchen das eutrophe Teichzooplankton etwas genauer zu charakterisieren als dies eben schon geschah<sup>1</sup>. Da ich bei der Besprechung des oligotrophen Teichzooplanktons genötigt war mich in der Hauptsache auf das Plankton der wärmeren Jahreszeit zu beschränken, soll auch hier das eutrophe Sommerplankton in erster Linie berücksichtigt werden.

1. Der am meisten hervortretende Charakterzug des typisch eutrophen Teichzooplanktons ist, wie oben schon hervorgehoben wurde, die starke Vertretung einer

<sup>1</sup> Ich stütze mich hierbei — ausser auf eigenen Beobachtungen in der Provinz Schonen und an gedüngten Teichen in Aneboda — in erster Linie auf die Arbeiten von ZACHARIAS (118—122) und LIST, ferner noch auf diejenigen von LAUTERBORN (36, 37) WESENBERG-LUND (104, 108), STEUER (84), DIEFFENBACH u. SACHSE, WAGLER, ALEXANDER, HEMPEL u. NEERESHEIMER (2), PAULY (62) u. a.



ganzen Reihe verschiedener Rädertiere auch im Sommer, wo sie in oligotrophen Teichen — abgesehen von *Conochilus volvox* — meistens gänzlich fehlen oder jedenfalls nur sehr spärlich sind. Die wichtigsten dieser Rädertiere sind folgende: *Anurea aculeata*, *A. cochlearis*, *Triarthra longiseta*, *Triarthra mystacina*, *Polyarthra platyptera*, *Brachionus pala*, *Br. angularis*, *Synchæta pectinata*, *Schizocerca diversicornis* und *Asplanchna priodonta*. Ausser diesen kommen auch noch viele andere Rotatorien wie *Pedalion mirum*, *Brachionus urceolaris*, *Br. bakeri* MÜLL., *Anuræopsis hypelasma*, *Pompholyx sulcata*, *Gastropus styliifer*, *Asplanchna Brightwelli* u. a. im eutrophen Teichplankton vielfach häufig vor.

2. *Cyclops strenuus* und *C. Leuckarti*, zuweilen auch andere *Cyclops*-Arten<sup>1</sup>, spielen in eutrophen Teichen eine viel grössere Rolle als in oligotrophen. Arten der Gattung *Diaptomus* (*D. gracilis* u. *vulgaris*) sind in schwach eutrophen Teichen oft von grosser Bedeutung, scheinen aber in stärker eutrophen Teichen zu fehlen.

3. Die Cladoceren treten immer mehr zurück je stärker eutroph die Teiche werden. Nur bei *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella* tritt eine deutliche eutrophe Tendenz zu Tage, und *B. longirostris* kann noch in stark eutrophen Teichen gut gedeihen. Diese Cladoceren zeigen, wie für *B. longirostris* schon erwähnt worden ist, zugleich auch Beziehungen zur Vegetation. Es hat somit den Anschein, als ob in Bezug auf die fraglichen Formen eine reichliche (nicht allzu dichte, weiche?) Vegetation von grösseren, sessilen Pflanzen in oligotrophen Teichen gewissermassen die planktonische Algenvegetation der eutrophen Teiche zu ersetzen vermöchte.

4. Die gesamte Zooplanktonproduktion ist in stärker eutrophen Teichen oft sehr gering, weit hinter diejenige vieler oligotrophen Teiche des humusbraunen Subtypus zurückbleibend. Dagegen sind niedrige Eutrophiestufen (mässige Phytoplanktonproduktion) wahrscheinlich für die Zooplanktonentwicklung günstig. Es ist ferner auch sehr wohl möglich, dass wenn in Teichen, die durch Düngung ziemlich stark eutrophiert werden, das Zooplankton sich stark vermehrt, ehe noch das Phytoplankton zur Massenentwicklung gekommen ist, das erstere andauernd die Oberhand behalten kann, indem es das entstehende Phytoplankton, vielleicht zum Teil auch die Dungstoffe selbst, allmählich verarbeitet. Es ist anzunehmen, dass in solchen Fällen eine besonders grosse Zooplanktonproduktion zustandekommt. In diesem Sinne ist vermutlich die massenhafte Züchtung von Daphniden durch Düngung kleiner Weiher mit Stallmist u. a. zu verstehen. Hat aber das Phytoplankton einmal Gelegenheit gefunden zu vegetationsfärbender Hochproduktion — wie sie für stärker eutrophe Teiche charakteristisch ist — zu gelangen, dann geht die Zooplanktonproduktion stark zurück, weil diejenigen Formen — besonders Cladoceren — welche vor allem imstande sind grosse Zooplanktonvolumina zu erzeugen, bei übermässiger Phytoplanktonentwicklung nicht mehr gut gedeihen (vergl. auch Naumann).

Es ist schon früher bemerkt worden, dass die oligotrophen und eutrophen Gewässertypen nicht scharf von einander abgegrenzt sondern durch Zwischenstufen ver-

<sup>1</sup> In den Teichen der Versuchsstation Sachsenhausen, die sehr schwach eutroph sein dürften, spielten nach PAULY (62) *Cyclops bicolor* und *C. varicans* die Hauptrolle.



bunden sind. Um dies zu veranschaulichen spricht NAUMANN von einem »ökologischen Spektrum«, in welchem die heterotrophen (von uns sonst nicht berücksichtigten) Typen den linken, die oligotrophen den rechten Flügel bilden, während die eutrophen im Centrum des Spektrums stehen. Gleichwie KOLKWITZ u. MARSSON (32) ihre mesosaprobe Zone in eine  $\alpha$ -mesosaprobe und eine  $\beta$ -mesosaprobe einteilten, erscheint es mir angebracht eine entsprechende Einteilung der eutrophen Teichgewässer vorzunehmen um somit den allmählichen Übergang von oligotrophen zum eutrophen Typus deutlich hervortreten zu lassen. Da KOLKWITZ und MARSSON von stark verschmutzten Gewässern ausgehend mit ihrer Bezeichnungsweise die fortschreitende Selbstreinigung zum Ausdruck bringen wollten, ist es erklärlich, dass in ihrem System die höhere Saprobisierungsstufe mit  $\alpha$ , die niedere mit  $\beta$  bezeichnet wurde. Indem wir — dem Sinn des Naumanns'schen Systems entsprechend — gerade den umgekehrten Weg einschlagen und von den reinen, d. h. an allerlei organischen und anorganischen Nährstoffen armen, oligotrophen Gewässern ausgehen, gelangen wir zuerst an eine niedere *Düngungsstufe*, die wir als *meio-eutroph* bezeichnen wollen, dann erst zu der höheren Stufe der *pleio-eutrophen* Gewässer. Die pleio-eutrophe Stufe dürfte am nächsten dem  $\beta$ -mesosaprobion entsprechen, während die meio-eutrophe Stufe etwa den an das  $\beta$ -mesosaprobion grenzenden Teil des Oligosaprobions repräsentiert.

Auf der meio-eutrophen Stufe können noch einige Cladoceren (z. B. *Daphnia longispina*, *Diaphanosoma*), die in oligotrophen Teichen eine Hauptrolle spielen, stark hervortretend sein, man bemerkt aber innerhalb dieser Ordnung (Cladocera) eine Verschiebung zu gunsten der *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella*. Wenn KOLKWITZ u. MARSSON *Daphnia longispina* als  $\beta$ -mesosaprob, *Bosmina longirostris* dagegen als hauptsächlich oligosaprob<sup>1</sup>, bezeichnen, kann ich dieser Auffassung nach meinen Befunden nicht beistimmen. *Daphnia longispina* ist nämlich, wie wir gesehen haben, eines der am meisten charakteristischen Planktontiere der oligotrophen Teiche, wurde aber in allen von mir untersuchten pleio-eutrophen Teichen beinahe gänzlich vermisst (ein einziges Ex. einmal gefunden), und auch in den meio-eutrophen spielte sie lange nicht dieselbe Rolle wie in den oligotrophen. *Bosmina longirostris* hingegen scheint besonders für meio-eutrophe Teiche charakteristisch zu sein und kann noch in pleio eutrophen gut gedeihen. *Ceriodaphnia pulchella* war in den meio-eutrophen Teichen bei Vinninge häufig, fehlte aber in allen pleio-eutrophen. Obwohl diese Art auch in oligotrophen Teichen ziemlich häufig sein kann, deuten doch die Angaben der meisten Forscher, die das Plankton deutlich eutropher Teiche untersucht haben, darauf hin, dass sie nach der eutrophen Seite hin — wenn auch nicht so stark wie *B. longirostris* — neige (vergl. auch. S. 82). *Diaphanosoma brachyurum* scheint schon auf einer niedrigeren Eutrophiestufe als *Daphnia longispina* halt zu machen.

*Daphnia pulex* und *Daphnia magna* scheinen in kleinen meio-eutrophen Weihern

<sup>1</sup> *B. longirostris* wird von den genannten Forschern unter den Oligosaprobien mit der Bemerkung »auch  $\beta$ -mesosaprob« aufgeführt.

gut zu gedeihen. Vielleicht kommen sie (besonders *Daphnia magna*) noch auf der pleio-eutrophen Stufe vor, wofür das massenhafte Auftreten der letztgenannten Art im Spätsommer 1920 in einem kleinen, meistens stark eutrophen Weiher in Lund zu sprechen scheint (vergl. BERGMAN 7). Doch ist es auch möglich, dass der Teich zu dieser Zeit eine meio-eutrophe Periode durchmachte. Jedenfalls dürfte er damals viel schwächer eutroph als im Frühjahr gewesen. Es sei in diesem Zusammenhang noch bemerkt, dass GRANVIK (22) eine sehr beträchtliche, das Wasser rotfärbende, Massenproduktion von *D. magna* in einem einige tausend qm grossen und etwa  $1\frac{1}{2}$  m tiefen permanenten Teich auf dem Insel Öland beobachtete.

*Cyclops Leuckarti*, *C. strenuus* (nach den Angaben von Zacharias zu schliessen auch *Cyclops oithonoides*) und *Diaptomus gracilis* (oder auch *D. vulgaris*) können im meio-eutrophen Teichplankton eine bedeutende Rolle spielen, desgleichen auch schon die für eutrophe Teiche überhaupt besonders charakteristischen Rädertiere (vergl. S. 83). Das einzige für das sommerliche oligotrophe Teichzooplankton einiger-massen typische Rädertier, *Conochilus volvox*, kommt auch noch auf der meio-eutrophen, wahrscheinlich aber nicht mehr auf der pleio-eutrophen Stufe vor.

Beispiele meio-eutropher Teiche liefern sowohl die von LIST als auch die meisten der von ZACHARIAS untersuchten Teiche, ferner noch die Forellenteiche bei Vinninge. Wahrscheinlich ist auch der Teich N:o 4 bei Röstånga, in welchem das Zooplankton am 13. VI 1920 sich hauptsächlich aus *Cyclops Leuckarti* zusammensetzte, in diese Kategorie einzureihen.

Bis auf die pleio-eutrophe Stufe folgt, soweit meine (allerdings nicht genügende) Erfahrung reicht, von den Teichplanktoncladoceren hauptsächlich nur *Bosmina longirostris* — unter Umständen vielleicht auch *Daphnia magna* — mit. *Diaptomus gracilis* scheint auf der meio-eutrophen Stufe zurückzubleiben, *Cyclops strenuus* gedeiht aber auch in pleio-eutrophen Teichen gut und kann in solchen sogar einen Hauptbestandteil des Zooplanktons ausmachen. Dies stimmt gut mit den Angaben von KOLKWITZ und MARSSON überein, indem *Cyclops strenuus*  $\beta$ -mesosaprob (und sogar auch  $\alpha$ -mesosaprob) sein soll, während *Diaptomus gracilis* unter den Oligosaprobien aufgeführt wird. *C. Leuckarti* soll etwas weniger stark saprob als *C. strenuus* sein und wird als  $\beta$ -mesosaprob (nicht aber als »auch  $\alpha$ -mesosaprob») bezeichnet. Nach meinen Befunden spielt die Art in meio-eutrophen Teichen eine grössere Rolle als in oligotrophen und zeigt somit wie *Ceriodaphnia pulchella* und *Bosmina longirostris* eine eutrophe Tendenz. Inwieweit sie aber auch in pleio-eutrophen Teichen von Bedeutung sein kann, lässt sich auf Grund meines Materials nicht entscheiden. Die Rotatorien nehmen von der meio-eutrophen zu der pleio-eutrophen Stufe an relativer Bedeutung zu und spielen in Teichen des letztgenannten Typus meistens allein oder zusammen mit *Cyclops* die Hauptrolle.

Die Phytoplanktonproduktion ist auf der pleio-eutrophen Stufe gross, oft starke Vegetationsfärbungen hervorrufend, die Zooplanktonproduktion dagegen anscheinend geringer als auf der meio-eutrophen Stufe.

Es liegt auf der Hand, dass ein und derselbe Teich in einem und demselben



Jahre das eine Mal meio-eutroph, das andere pleio-eutroph sein kann, namentlich wenn der Gehalt des Wassers an Nährstoffen allerlei Art im Laufe des Jahres grosse Schwankungen unterworfen ist.

Für die oligotrophe Gewässerreihe suchten wir die Veränderungen, welche die Zusammensetzung des Zooplanktons vom Tümpel zum See erfährt, zu verfolgen. Es stellte sich dabei heraus, dass von den eigentlichen Tümpelplanktonformen kaum eine einzige mehr an der Zusammensetzung des typischen Seeplanktons der nämlichen Gewässerreihe sich beteiligte, und dass das typische Teichzooplankton eine aus einigen Tümpelformen und einigen Seeformen zusammengesetzte Mischformation ist. Das eutrophe Teichzooplankton haben wir bis jetzt nicht in Zusammenhang mit anderen Zooplanktonformationen der eutrophen Gewässerreihe gebracht, sondern als aus diesem Zusammenhang losgelöst betrachtet. Um das eben für die Teichstufe Charakteristische an dem oben geschilderten eutrophen Teichzooplankton ermitteln zu können, müssen wir deshalb nun auch das Zooplankton anderer Stufen der eutrophen Reihe zum Vergleich heranziehen<sup>1</sup>.

Das eutrophe Tümpelplankton kenne ich nicht aus eigener Erfahrung, und es ist mir auch nicht möglich aus in der Literatur zerstreuten kleinen Notizen und Einzelangaben eine bestimmte Auffassung über das für dasselbe speziell Charakteristische zu bilden. Doch vermute ich, dass *Daphnia magna* und *D. pulex* zu den Charakterformen mässig eutropher Tümpel gehören (vergl. z. B. KEILHACK 30) und dass ferner noch verschiedene Rotatorien, Infusorien und gut schwimmende Ostracoden im eutrophen Tümpelplankton eine grosse Rolle spielen.

Da durch Abwässer nicht verschmutzte eigentliche Seen wohl niemals mehr als meio-eutroph sein dürften, wollen wir das Seezooplankton zunächst auch nur mit dem Zooplankton meio-eutropher Teiche vergleichen. Ferner werden wir wie vorher vornehmlich nur die Planktonformationen der wärmeren Jahreszeit berücksichtigen.

ZACHARIAS (120) schreibt: »Das was zuerst bei einer Durchmusterung des oben mitgeteilten Verzeichnisses<sup>2</sup> auffällt, ist die Tatsache, dass fast alle eulimnetischen Formen, tierische sowohl wie pflanzliche, die wir aus den grossen Seen zu fischen gewohnt sind, auch in sehr kleinen und flachen Gewässern zahlreich vorkommen«. Wie vorher schon erwähnt wurde, enthält das Heleoplanktonverzeichnis von ZACHARIAS in der Tat die meisten der wichtigeren Planktonkomponenten der grösseren eutrophen Seen. Wir vermissen unter den Tieren eigentlich nur *Bosmina coregoni* und *Bythotrephes longimanus*. Die zitierte Aussage kann aber nicht als für das (eutrophe) Teichplankton überhaupt zutreffend betrachtet werden. Denn erstens basiert sich das genannte Verzeichnis zum grossen Teil auf Befunden in sehr grossen seenähnlichen Teichen, die diesem Namen nur ihrer fischereilichen Nutzung nach, nicht

<sup>1</sup> Bei dem Zusammenstellen der für die verschiedenen Gewässerstufen charakteristischen Planktontiere habe ich mich ausser von den vorher erwähnten Teichplanktonarbeiten vor allem von den Arbeiten folgender Forscher benutzt: ZACHARIAS (116, 117), APSTEIN (6), STRODTMANN (88), HARTWIG (25), WESENBERG-LUND (104, 106), REDEKE (63), KEILHACK (29, 30), SELIGO (79, 80), SCHNEIDER (74, 75) und ALM (3).

<sup>2</sup> Ein langes Verzeichnis aller ZACHARIAS bekannten Teichplanktonformen,



aber biologisch entsprechen<sup>1</sup>, und zweitens zeigen die sehr umfassenden Untersuchungen von LIST u. a. Forschern sowie unsere eigenen Beobachtungen an eutrophen Teichen, dass viele derjenigen Tierformen, die in grösseren Seen die Hauptmasse des Zooplanktons ausmachen, *in der Regel* in kleineren eutrophen Teichen fehlen.

Wir haben schon gefunden, dass die Rotatorien im Teichplankton mehr und mehr in den Vordergrund treten, je stärker eutroph die Teiche werden, und dass anderseits die Cladoceren und *Diaptomus* im selben Masse an Bedeutung verlieren. Ganz dieselbe Erscheinung tritt uns entgegen, wenn wir von der Seestufe bis zum Teichstufe herabsteigen. Wie besonders auch WESENBERG-LUND hervorgehoben hat, dominieren die Crustaceen stark über die Rotatorien im sommerlichen Zooplankton der baltischen (= eutrophen) Seen. Je mehr wir uns aber der Teichstufe nähern desto grössere Bedeutung gewinnen die Rädertiere. Es kommt dies vermutlich eben daher — was übrigens auch NAUMANN angedeutet hat — dass der eutrophe Charakter bei abnehmender Grösse und Tiefe der Gewässer gleichsam immer mehr konzentriert werde.

Folgende Zusammenstellung gibt eine Übersicht einerseits der Unterschiede anderseits der Ähnlichkeiten, die zwischen Teich- und Seezooplankton der eutrophen Reihe bestehen.

| Hauptsächlich nur in Teichen<br>vorkommend sind: | Sowohl in Teichen wie in Seen<br>vorkommend sind: | Hauptsächlich nur in Seen<br>vorkommend sind:        |
|--|---|--|
| <i>Brachionus pala</i> EHRBG                     | <i>Conochilus volvox</i> EHRBG                    | <i>Notholca longispina</i> KELLIC                    |
| <i>Br. angularis</i> GOSSE                       | <i>Asplanchna priodonta</i> GOSSE                 | <i>Daphnia longispina</i> var. <i>hyalina</i> LEYDIG |
| <i>Br. urceolaris</i> O. F. MÜLLER               | <i>A. Brightwelli</i> GOSSE                       | <i>D. longispina</i> var. <i>cucullata</i> SARS      |
| <i>Schizocerca diversicornis</i> v. DADAY        | <i>Synchaeta pectinata</i> EHRBG                  | <i>Bosmina coregoni</i> BAIRD                        |
| <i>Anuræopsis hypelasma</i> GOSSE                | <i>Polyarthra platyptera</i> EHRBG                | <i>Leptodora Kindtii</i> FOCKE                       |
| <i>Pedalion mirum</i> HUDSON                     | <i>Triarthra longiseta</i> EHRBG                  | <i>Cyclops oithonoides</i> SARS                      |
| <i>Daphnia pulex</i> DE GEER                     | <i>Anurea aculeata</i> EHRBG                      | <i>Diaptom. graciloides</i> LILLJEB.                 |
| <i>Daphnia magna</i> STRAUS                      | <i>A. cochlearis</i> GOSSE                        |  |
| <i>D. longispina</i> s. str. O. F. MÜLLER        | <i>Diaphanosoma brachyurum</i> LIÉVIN             |  |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i> SARS               | <i>Bosmina longirostris</i> O. F. MÜLLER          |  |
| <i>Diaptomus vulgaris</i> SCHMEIL                | <i>Cyclops strenuus</i> FISCHER                   |  |
|  | <i>C. Leuckarti</i> CLAUS                         |  |
|  | <i>Diaptomus gracilis</i> SARS                    |  |

<sup>1</sup> Sehr viele von den von ZACHARIAS untersuchten Teichen stellen solche Zwischenstufen zwischen Seen und Teichen dar, die von CHODAT (12) als Seenteiche (lac-étang) bezeichnet wurden. Als Seenteiche sind auch die von FRIČ und VÁVRA (21), SCHORLER und THALLWITZ (76) und LANGHANS (35 a) untersuchten »Teichen«, ferner noch die bald zu besprechenden Stuhmer Seen (SELIGO 79) und vielleicht auch der Katzenssee (AMBERG 5) zu betrachten.

In diese Übersicht sind nur die wichtigsten Formen aufgenommen. Dass auch viele andere unter Umständen eine ziemliche Rolle im eutrophen Plankton spielen können, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden. Von solchen Formen seien hier nur folgende kurz erwähnt. *Bursaria truncatella* O. F. Müller wird von WESENBERG-LUND (104) als eine charakteristische Planktoninfusorie dänischer Teiche bezeichnet. *Codonella lacustris* Entz kommt wohl hauptsächlich in Seen und grösseren Teichen vor. Sowohl in Seen wie in Teichen (vermutlich doch vornehmlich nur in grösseren) finden sich: *Rattulus capuzinus* Wierz. u. Zach., *Rattulus cylindricus* Imh., *Pompholyx sulcata* Gosse, *Ploeosoma Hudsoni* Imh. und *Conochilus unicornis* Rouss. In den kleinen Teichen der Versuchsstation Frauenberg (Böhmen) war *Gastropus stylifer* Imh., der auch in Seen vorkommt, besonders häufig. Von den in der ersten Kolumne aufgeführten Formen scheinen *Daphnia pulex* und *D. magna*, die eigentlich Tümpelformen sind, nur in den kleinsten Teichen zu gedeihen (vergl. doch S. 86). Von den Formen der zweiten Kolumne dürften *Conochilus volvox* und *Diaphanosoma brachyurum* unter den eutrophen Teichen die etwas grösseren bevorzugen. Von den Formen der dritten Kolumne waren *Daphnia longispina* var. *hyalina* und *Cyclops oithonoides* auch in den grössten der von LIST untersuchten Teichen zahlreich vorhanden, wurden aber in den kleineren immer vermisst. *Cyclops oithonoides* wurde ferner auch von ZACHARIAS in ziemlich vielen Teichen festgestellt. Vielleicht sollte diese Form zu den für Teiche und Seen gemeinsamen Formen gezählt werden. Dass ZACHARIAS *Leptodora* in einigen kleinen sächsischen Fischteichen vorfand, ist schon früher erwähnt worden. SCHRÖDER (78) fand die Art in dem mittleren Zarteteich in der Kohlfurter Heide. Wie die verschiedenen Planktontiere auf verschiedenen Stufen der Eutrophieskala am besten gedeihen, so finden sie auch auf der anderen Skala, die vom Tümpel zum See aufsteigt, auf verschiedenen Stufen ihre optimalen Existenzbedingungen. Wahrscheinlich handelt es sich hierbei beidemal zum Teil um dieselben Faktoren. Denn, wie wir schon früher bemerkt haben, dürfte der Eutrophiegrad — unter sonst gleichen Milieubedingungen — der Gewässergrösse umgekehrt proportional sein, sodass er mit zunehmender Ausdehnung und Tiefe der Gewässer abnimmt, mit abnehmender Ausdehnung und Tiefe zunimmt. Deshalb kann eine Tierform, die auf einer gewissen Eutrophiestufe am besten gedeiht, in einer von Natur aus ärmeren Gegend diese Stufe in ganz kleinen Teichen vorfinden, während in einer anderen Gegend, wo das gesamte Eutrophieniveau höher liegt, die für die betreffende Tierform optimale Eutrophiestufe mit einer viel beträchtlicheren Gewässergrösse zusammenfällt. Vermutlich zum Teil aus diesem Grunde sind in den kleinsten und zugleich auch seichtesten Teichen in Aneboda, Stenfälledammen N:o 7, N:o 8 und N:o 10, hinsichtlich des Zooplanktons einige Abweichungen vom normalen oligotrophen Typus vorgekommen<sup>1</sup>. So ist in diesen Teichen *Bosmina longirostris* vielfach auch im Sommer stark vertreten oder sogar

<sup>1</sup> Zum Teil dürften diese Abweichungen auch von Kulturmassnahmen, welche die genannten Teiche vielfach getroffen haben, sowie von der — wegen der geringen Tiefe — reichlichen (und für *B. longirostris* wahrscheinlich sehr geeigneten) Vegetation bedingt gewesen sein.



dominierend gewesen, und im Stenfäledammen N:o 7 war eine *Synchaeta*-Art (vermutlich *pectinata*) im Juli 1920 ziemlich zahlreich vorhanden.

Eine gute Illustration zu den besprochenen Verhältnissen geben die von SELIGO (79) untersuchten Stuhmer Seen. Der Barlewitzer See hat einen Flächeninhalt von 63 ha, der Hintersee von 57 ha. Dabei ist aber der Hintersee viel tiefer (24 m), sodass der kubische Wasserinhalt desselben trotz der etwas geringeren Flächengrösse fast  $2\frac{1}{2}$  Mal so gross wie derjenige des Barlewitzersees ist. Beide Seen wurden durch städtische Abwässer verschmutzt, und diese Verschmutzung scheint dem Barlewitzer See stärker als dem Hintersee beeinflusst zu haben. Nun finden wir in dem Barlewitzer See ein Zooplankton, das dem eutrophen Teichzooplankton sehr ähnlich aussieht, indem die Rotatorien (*Triarthra*, *Polyarthra*, *Synchaeta*, *Brachionus*-Arten, *Anureen*) auch im Sommer dominieren und *Cyclops strenuus* stark vertreten ist. Anderseits vermissen wir die typische Seeplanktonform *Notholca longispina*, ferner noch unter den Copepoden *Cyclops oithonoides*, unter den Cladoceren *Bosmina coregoni*, *Daphnia hyalina* und *Leptodora Kindtii*. *Daphnia cucullata* ist beinahe die einzige typische Seeplanktonform, die noch besteht. Im Hintersee spielen die Rotatorien im Sommer — wenn auch immernoch stark vertreten — eine viel geringere Rolle, und *Notholca longispina*, *Bosmina coregoni*, *Daphnia hyalina* und *Leptodora* sind vorhanden.

Die Abhängigkeit der Rotatorien von dem Nanoplankton ist besonders von DIEFFENBACH u. SACHSE stark betont worden, und KOLKWITZ u. MARSSON-(33) zählten beinahe alle in eutrophen Teichen wichtigen Rädertiere zu den  $\beta$ -mesosaprobe Formen. Es ist somit verständlich, dass eben diese Tiergruppe in eutrophen Teichen, die einerseits eine grosse Nanoplanktonproduktion aufweisen und anderseits nur selten die  $\beta$ -mesosaprobe Stufe überschreiten, günstige Lebensbedingungen finden.

*Durch Düngung bewirkte Eutrophierung des oligotrophen Teichzooplanktons.* Ist meine Auffassung von der dominierenden Bedeutung der ernährungsphysiologischen Faktoren für die Bestimmung des Gesamtcharakters des Teichplanktons richtig, dann muss das Plankton oligotropher Teiche durch geeignete Düngungsmassnahmen nach der eutrophen Richtung verändert werden können.

Dass das Phytoplankton der im Naturzustande oligotrophen Teiche der Versuchsstation Aneboda durch Düngung (bezw. Fütterung der Fische) sehr stark beeinflusst wird, geht aus vielen Publikationen von NAUMANN (47—49, 51) hervor. Während das Phytoplankton in Teichen des »Naturtypus« ausserordentlich arm ist, entwickelt sich in den Fütterungsteichen (»Kulturtypus«) oft ein sehr reiches aus verschiedenen nanoplanktonischen Formen bestehendes Phytoplankton, das vielfach zu starken Vegetationsfärbungen oder Trübungen des Wassers Anlass gibt. Es fragt sich nun, ob eine entsprechende Beeinflussung des Zooplanktons sich nachweisen lässt?

In der Tat hat es den Anschein, als ob die meisten Fälle, bei welchen *Bosmina longirostris* und *Cyclops Leuckarti*, die wir als für eutrophe Teiche charakteristisch kennen gelernt haben, in Teichen bei Aneboda im Hochsommer stark vertreten gewesen sind, als Düngewirkung zu deuten wären. Wenn wir von dem mit *Glyceria* reichlich bewachsenen Ö. Hagadammen und den oben besprochenen ganz kleinen



und seichten Stenfälledammen N:o 7 und N:o 8 absehen, ist nämlich *Bosmina longirostris* immer nur in solchen Teichen, in welchen gefüttert oder in irgendwelcher Weise gedüngt wurde, im Hochsommer massenhaft vorgekommen. Besonders bemerkenswert ist die starke Vertretung dieser Cladocere im Sommer 1920 in den Teichen Nedre Hållsdammen, Övre Sångdammen, Ö. Brittelaggdammen und Nedre Brittelaggdammen, in welchen sie im Sommer 1918 beinahe gänzlich fehlte. Es wurde nämlich im Sommer 1920 — aber nicht 1918 — eben in diesen Teichen gefüttert. Zwar kam *B. longirostris* auch im N. Sångdammen, wo nicht gefüttert wurde, zahlreich vor, da aber dieser Teich unmittelbar an dem Ö. Sångdammen grenzt und von demselben aus gespeist wird und somit eine Beeinflussung des erstgenannten Teiches durch den letztgenannten nicht ausgeschlossen ist, kann dieser Umstand nicht gegen die Annahme, dass das zahlreiche Vorkommen der Art von der Fütterung bedingt war, angeführt werden. Im Teiche Stenfälledammen N:o 9, der übrigens ziemlich klein (0,49 ha) und seicht ist, gehörte *B. longirostris* sowohl im Sommer 1918 wie 1920 zu den wichtigeren Planktontieren. Im erstgenannten Sommer wurde ziemlich stark mit abgeschnittenem Teichgras gedüngt, im letztgenannten (schwach) gefüttert.

Im Teiche Stenfälledammen N:o 10 wurde im Sommer 1910 mit Kainit und Thomasschlacke gedüngt und es machte sich — Effekt der Düngung? — wenigstens im Juli und August eine schwache Vegetationstrübung des Wassers bemerkbar. *Bosmina longirostris* war während des grössten Teils des Sommers im Plankton vorherrschend. Im Sommer 1911 wurde in diesem Teiche stark gefüttert, und es kam demnach auch zu einer langandauernden, starken Vegetationsfärbung (*Trachelomonas*) des Wassers. Das Zooplankton setzte sich nach NAUMANN (47) am 18. VIII vornehmlich aus *Cyclops sp.*<sup>1</sup> und Nauplin zusammen. Ziemlich häufig war auch *Polyarthra platyptera* (!). *Daphnia longispina* wurde nur ganz vereinzelt angetroffen, die Zooplanktonmenge war gering. In diesem Falle kann die Eutrophierung des Zooplanktons sogar als sehr stark bezeichnet werden. In den Jahren 1915 — 1918 wurde in diesem Teiche — abgesehen von einer Kalkung — weder gefüttert noch gedüngt. Demgemäss finden wir in den Sommern 1917 und 1918 ein überwiegend oligotrophes Zooplankton. Im Sommer 1917 wurde allerdings nur einmal und zwar am 10. VI das Zooplankton untersucht, es setzte sich aber damals hauptsächlich aus *Polyphemus pediculus* und *Daphnia longispina* zusammen. Im Jahre 1918 spielten zwar *Bosmina longirostris* und *Cyclops Leuckarti* im Vorsommer (3. VI) eine bedeutende Rolle, die erstgenannte Form ausserdem noch im Herbst (2. IX). Während des grössten Teils des Sommers waren aber beide Formen, wenn auch ziemlich häufig<sup>2</sup>, von nur untergeordneter Bedeutung, indem *Daphnia longispina* 66—81 %

<sup>1</sup> Wahrscheinlich handelte es sich um *C. Leuckarti*.

<sup>2</sup> Dass dieser Teich wegen seiner geringen Grösse und Tiefe auch im Naturzustande etwas nach der eutrophen Seite hin neigt, ist früher schon hervorgehoben worden. Es kann deshalb nicht wundernehmen, dass *Bosmina longirostris* im Sommer nicht — wie in den ganz typisch oligotrophen Teichen — beinahe gänzlich fehlte.

der gesamten Individuenzahl des Zooplanktons ausmachte. Im Sommer 1920 wurde wiederum (jedoch nicht sehr stark) in diesem Teiche gefüttert. Am 10. VII war *Cyclops Leuckarti* stark dominierend, am 17. VIII *Bosmina longirostris* und *Daphnia longispina* die wichtigsten Formen, daneben auch Nauplien und ältere *Cyclops*larven häufig, *Polyarthra platyptera* ziemlich häufig. Wegen der schwächeren Fütterung, vielleicht auch wegen einer allmählichen Abnahme der natürlichen Produktivität des Teiches, war die Düngewirkung im Sommer 1920 viel geringer als im Sommer 1911, und es kam nicht einmal zu einer Vegetationstrübung des Wassers. Dementsprechend war auch die Eutrophierung des Zooplanktons weniger radikal als im Sommer 1911 <sup>1</sup>.

### Assoziationen des oligotrophen Teichzooplanktons.

Wir haben die Tierformen kennen gelernt, die im Frühjahr, Sommer und Herbst die wesentlichsten Bestandteile des oligotrophen Teichzooplanktons ausmachen. Diese Tierformen bilden das Vorrat, aus welchem in den einzelnen Fällen eine oder mehrere zur Massenentwicklung gelangen. Trotz der Geringfügigkeit dieses Vorrats können die Associationsbilder des oligotrophen Teichzooplanktons nicht nur zeitlich sondern auch lokal sehr wechselnd sein. Folgende Beispiele, die die Zusammensetzung des Zooplanktons in der späteren Hälfte des Juli 1918 in drei Teichen bei Aneboda zeigen, mögen dies illustrieren <sup>2</sup>.

| Nedre Sâgdammen.                     | Övre Hagadammen:                    | Jämfälledammen.                            |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| <i>Daphnia longispina</i> (80,7 %)   | <i>Daphnia longispina</i> (6)       | <i>Bosmina obtusirostris</i> (85,6 %)      |
| <i>Polyphemus pediculus</i> (18,0 %) | <i>Bosmina obtusirostris</i> (6)    | <i>Diaphanosoma brachyurum</i><br>(5,5 %). |
| Andere Formen (1,3 %)                | <i>Ceriodaphnia pulchella</i> (4)   | <i>Polyphemus pediculus</i> (4,8 %)        |
|                                      | <i>Polyphemus pediculus</i> (2)     | <i>Daphnia longispina</i> (1,6 %)          |
|                                      | <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (2) | Andere Formen (2,5 %)                      |
|                                      | <i>Bosmina longirostris</i> (2)     |  |

Die angeführten Beispiele aus den Teichen N. Sâgdammen und Jämfälledammen zeigen uns zwei ebenso charakteristische wie verschiedene oligotrophe Assozia-

<sup>1</sup> Es wurde im Sommer 1911 das Zooplankton zwar nur einmal, am 18. VIII, untersucht, da aber die Cladoceren in typisch oligotrophen Teichen zu dieser Zeit in grosser Menge vorkommen pflegen, kann aus ihrem beinahe gänzlichen Fehlen im August 1911 mit grosser Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass sie auch im Hochsommer keine sehr grosse Rolle gespielt hatten.

<sup>2</sup> Ich habe in diesen Beispielen die Ergebnisse aus allen in der betreffenden Zeit in den verschiedenen Teichen gemachten Fängen zusammengezogen, um so ein möglichst zutreffendes Bild des Gesamtzooplanktons der Teiche zu erhalten. Was den Teich N. Sâgdammen betrifft, muss bemerkt werden, dass alle gezählten Proben von der Oberfläche stammten und dass die Prozentzahl für *Polyphemus* deshalb sicher viel zu hoch ist. In den etwa zur selben Zeit genommenen (nicht durchgezählten) Tiefenproben war *Daphnia* absolut allein herrschend, indem keine andere Form in nennenswerter Menge vorhanden war.

Da die Proben aus dem Ö. Hagadammen nicht durchgezählt wurden, habe ich für diesen Teich die von List benutzte Abundanzbezeichnung angewandt. Es bedeutet: 1 = selten, 2 = spärlich, 3 = ziemlich häufig, 4 = häufig, 5 = sehr häufig, 6 = massenhaft.



tionstypen. In dem N. Sâgdammen dominiert *Daphnia longispina*, während *B. obtusirostris* gänzlich fehlt oder jedenfalls nur äusserst spärlich vorkommt, in dem Jämfälledammen sind die Rollen vertauscht: *Bosmina obtusirostris* stark dominierend, *Daphnia longispina* von sehr untergeordneter Bedeutung. Es ist zu bemerken, dass — wie aus den Berichten im speziellen Teil hervorgeht — die starke Dominanz dieser beiden Formen in ihren resp. Teichen keine Zufälligkeit war, sondern den ganzen Sommer hindurch im grossen ganzen ununterbrochen andauerte.

Einen dritten Typus, der gewissermassen zwischen den beiden erstgenannten vermittelt, tritt uns in dem Beispiel aus dem Teiche Övre Hagadammen entgegen. Hier spielen *Daphnia longispina* und *Bosmina obtusirostris* zusammen die Hauptrolle und es ist ausserdem noch *Ceriodaphnia pulchella* in ziemlicher Menge vorhanden. In diesem Teiche kam es überhaupt nie im Sommer 1918 zu ausgesprochener Dominanz einer einzigen Form, sondern es waren immer zwei oder mehrere Formen zugleich im Plankton stark vertreten.

Von grossem Interesse ist der Vergleich der Zooplanktonassoziationen der Teiche N. Sâgdammen und Jämfälledammen in den verschiedenen Jahren, aus welchen Planktonmaterial vorliegt. Da die diesbezüglichen Tatsachen im speziellen Teil ausführlich relatiert worden sind, genügt es hier dieselben nur kurz zu resümieren.

*Nedre Sâgdammen.* Dieselbe Assoziation wie im Sommer 1918 wurde auch bei allen Fängen in den Sommern 1910 und 1917<sup>1</sup> festgestellt und war ferner noch — wenn auch nicht so rein — im Sommer 1919 vorhanden. Wir bekommen somit den Eindruck, dass in diesem Teiche Sommer auf Sommer dieselbe Assoziation in der Hauptsache unverändert wiederkehrte. Im Sommer 1920 trat indessen eine bedeutende Veränderung ein, indem die *Bosmina*-arten, und ganz besonders *Bosmina longirostris*, sich massenhaft entwickelten, sodass *Daphnia* nicht mehr andauernd allein im Plankton dominierte. Wie oben schon angedeutet wurde, ist diese Veränderung wahrscheinlich auf die Einwirkung der oberhalb gelegenen Teiche, in welchen gefüttert wurde, zurückzuführen.

*Jämfälledammen.* 1907 u. 1908 (die beiden ersten Jahre nach der Neuanlage des Teiches): anscheinend in der Hauptsache dieselbe Assoziation (*Daphnia-Polyphemus*) wie meistens im N. Sâgdammen. 1909: *Bosmina obtusirostris* kommt neu hinzu. 1910: andauernde starke Dominanz von *Bosmina obtusirostris*, also wesentlich dieselbe Assoziation wie 1918. Doch spielte *Daphnia longispina*, welche die zweite Stelle unter den Planktontieren einnahm, eine grössere Rolle als 1918. 1919: *Bosmina obtusirostris* gehört zwar zu den Hauptformen des Planktons, dominiert aber nicht, indem *Diaphanosoma brachyurum* in allen untersuchten Proben, *Daphnia longispina* am 7. VII und *Polyphemus* am 16. VI etwa gleich stark vertreten waren. 1920: *Bosmina obtusirostris* und *Daphnia* waren die Hauptformen, zwischen welchen die Konkurrenz in erster Linie sich abspielte, es waren aber auch noch *Polyphemus* und *Diaphanosoma* und im August *Ceriodaphnia quadrangula* von Bedeutung. Im

<sup>1</sup> Im Jahre 1917 wurden Planktonproben jedoch nur am 5, 6 und 29 Juni genommen.



Hochsommer (Juli), wo die Planktonmenge am grössten war, war *Bosmina* stärker als *Daphnia* vertreten. Ende Mai und Anfang Juni brachte es *Conochilus volvox* zu einem sehr beträchtlichen Maximum und war eine Zeitlang die wichtigste Form.

Bei seinen vieljährigen, sorgfältigen Untersuchungen von Teichen bei Darmstadt kam LIST zu folgendem Ergebnis: »Das Plankton ist eine Gemeinschaft von Organismen, die für den betreffenden Teich keine bestimmte, stets wiederkehrende Vereinigung zu sein braucht, sondern in den aufeinanderfolgenden Jahren aus sehr verschiedenen tierischen und pflanzlichen Lebewesen bestehen kann.»

In dieser Formulierung dürfte wohl der Satz in der Hauptsache richtig sein, ich möchte aber doch — wenigstens was die Teiche in Aneboda betrifft — auch das konservative Moment stark hervorheben. Die für den Teich Nedre Sägdammen oben angeführten Tatsachen, die in der Hauptsache auch für die Teiche Övre Sägdammen und Nedre Hållsdammen Geltung haben, zeigen diesen konservativen Zug sehr deutlich, und sogar in dem Teiche Jämfälledammen, wo doch hinsichtlich der relativen Abundanz der einzelnen Formen in den verschiedenen Jahren beträchtliche Schwankungen festgestellt wurden, gehörte die in den Sommern 1910 und 1918 stark dominierende *Bosmina obtusirostris* auch in den Jahren (1919 u. 1920), wo sie schwächer entwickelt war, immernoch zu den Hauptformen des Planktons. Übrigens waren die in diesen Jahren mit *B. obtusirostris* konkurrierenden Formen für den Teich nicht neu, sondern kamen auch vorher mehr oder weniger häufig vor. Das zähe Festhalten an einmal eingebürgerten Assoziationen wird auch von LEVANDER bezüglich der Tümpel auf den finnischen Skäreninseln betont.

Die Sache verhält sich wohl so, dass wenn eine Art in einem Sommer stark dominiert, dann legt sie auch mehr Dauereier als die übrigen schwächer vertretenen Arten ab und gewinnt dadurch im folgenden Jahre einen Vorsprung in der Konkurrenz. Wird aber diese Art durch irgendwelche besondere Faktoren in ihrer Entwicklung gehemmt, dann können eine oder mehrere andere Arten, die gegen diese Faktoren resistenter sind oder sogar von denselben gefördert werden, an Stelle der erstgenannten Form sich stärker vermehren. Diejenigen Faktoren, die in jedem einzelnen Falle die Zusammensetzung der Assoziationen bestimmen, sind sicherlich von so vielerlei Art und zum Teil wohl gar nicht kontrollierbar, dass wir sie sogar nicht annähernd alle ermitteln können. Im folgenden beschränke ich mich deshalb absichtlich auf die Besprechung einiger besonderer Momente, die durch das mir zu Verfügung stehende Tatsachenmaterial etwas beleuchtet werden.

1. *Temperatur und Ernährungsbedingungen.* LIST hebt — und wohl mit vollem Recht — hervor, dass Verschiedenheiten der Temperaturverhältnisse in verschiedenen Jahren Verschiedenheiten der Planktonzusammensetzung bewirken können. Für die Abhängigkeit der gesamten Zooplanktonproduktion von dem Verlauf der Temperaturkurve sprechen besonders auch die Untersuchungen von PAULY (62) an den Teichen der Versuchstation Sachsenhausen, indem auf heftige Temperaturstürze immer eine Abnahme der Zooplanktonmenge folgte. Es scheint mir auch sehr wahrscheinlich, dass die aus den Berichten im speziellen Teil ersichtliche sehr starke, in

einigen Teichen beinahe katastrophale Abnahme der Zooplanktonquantität im September 1918 in beinahe allen Teichen in Aneboda mit einem solchen plötzlichen Temperatursturz am 31. VIII und 1. IX zusammenhing: Da aber mein Beobachtungsmaterial nicht ausreicht um den Zusammenhang dieser beiden Erscheinungen sicher zu beurteilen, kann ich nicht näher auf diese Frage eingehen. Es soll nur hervorgehoben werden, dass von den Planktontieren (*Daphnia longispina*, *Bosmina obtusirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Polyphemus pediculus*, *Cyclops Leuckarti* und *Bosmina longirostris*), die noch Ende August eine Rolle spielten, im September nur noch *Daphnia longispina* und *Bosmina longirostris* in Betracht kamen. Die übrigen wurden zwar auch alle noch im September vorgefunden, aber nur in so geringer Individuenzahl, dass sie ohne jede Bedeutung waren. Ganz besonders gilt dies von *Diaphanosoma* und *Polyphemus*, die im September nur in zwei Teichen und auch in diesen nur in wenigen Exemplaren angetroffen wurden. In den meisten Teichen, in welchen Proben im September genommen wurden, war *Daphnia* — wenn auch an Zahl sehr zurückgegangen — die einzige Form, die noch eine Rolle spielte. In dem Teich N. Brittelaggdammen war ausserdem noch *Bosmina longirostris* verhältnismässig stark vertreten und in dem Stenfälledammen N:o 10 brachte es diese letztere Art (2. IX) sogar zu grosser Massenentwicklung.

Bekanntlich sind viele Planktontiere in der Regel in ihrem Auftreten auf bestimmte Jahreszeiten beschränkt. Einige pflegen nur während der kälteren Jahreszeit zu erscheinen, während andere nur im Sommer vorkommen. Es liegt natürlich am nächsten die Temperatur für diese Erscheinung verantwortlich zu machen, und es werden auch meistens — und vielfach vermutlich mit Recht — die die kältere Jahreszeit bevorzugenden Tiere als spezifische Kaltwasserformen, die nur im Sommer vorkommenden als Warmwasserformen, bezeichnet. In seiner mehrmals erwähnten anregenden Arbeit über pelagische Rädertiere einiger Teiche in Sachsen hat nun schon DIEFFENBACH (15) darauf hingewiesen, dass es indessen nicht immer die Temperatur zu sein braucht, die das Vorkommen vieler Planktozoen auf eine bestimmte Jahreszeit beschränkt. Er führt als Beispiel das Rädertier *Rhinops vitrea* an, das bis dahin nur während der kalten Jahreszeit beobachtet worden war, von ihm aber im Sommer 1908 in einer kleinen Ziegellache in solchen Massen vorgefunden wurde, »dass bereits nach einem einmaligen Auswerfen des Netzes ein richtiger Brei den Netzeimer ausfüllte«. D. bringt das plötzliche Erscheinen des genannten Rädertieres damit in Zusammenhang, dass in der Lache kurz vorher zwei Chrysomonadinen in grossen Mengen aufgetreten waren. Es sollten die durch die Chrysomonadinen geschaffenen günstigen Ernährungsbedingungen die massenhafte Entwicklung des *Rhinops* bedingt haben. Im Anschluss an diesem Beispiel sagt DIEFFENBACH: »Möglicherweise ist das normale Auftreten vieler Formen während des Winters vom Erscheinen bestimmter Nahrungsorganismen abhängig, vielleicht lässt sich überhaupt das zeitlich verschiedene Vorkommen der Planktonten eines Gewässers durch das bestimmter Nahrungsorganismen erklären.« Im folgenden sollen einige Beispiele derselben Richtung angeführt werden.



Wie schon früher ausgeführt wurde kommt *Bosmina longirostris* in den Teichen bei Aneboda normalerweise in grösserer Zahl nur im Frühjahr und oft dann wieder im Spätsommer oder Herbst vor und wird im Hochsommer meistens nur vereinzelt oder überhaupt nicht beobachtet. Unter Umständen und zwar — wie es scheint — hauptsächlich bei auf irgendeine Weise verbesserten Ernährungsbedingungen kann sie aber auch im Hochsommer und bei hoher Wassertemperatur stark vertreten sein und bisweilen sogar grosse Maxima aufweisen.

*Cyclops strenuus*, der ja auch sonst hauptsächlich während der kalten Jahreszeit oder in kaltem Wasser vorkommen pflegt und meistens als ein stenothermes Kaltwassertier betrachtet wird, ist in den Anebodateichen eine ausgesprochene Frühjahrsform, die im Hochsommer immer fehlt und auch im Herbst nur gelegentlich und vereinzelt zum Vorschein kommt. Nun fand ich aber dieses Tier sehr zahlreich noch am 20 und 22 Juni 1920 in eutrophen Teichen bei Lund vor, und zwar nach einer längeren Periode sehr warmen Wetters, und nach SELIGO (79) kam es in dem oben schon erwähnten, ziemlich stark verschmutzten Barlewitzersee zahlreich auch mitten im Sommer vor, am 23. VII sogar ein bedeutendes Maximum erzeugend. Auch *Synchæta pectinata*<sup>1</sup>, die in Aneboda sehr konsequent nur als Frühjahrs- und Herbstform auftritt, war im Barlewitzersee auch im Sommer stark vertreten. In den von LIST untersuchten Teichen bei Darmstadt verhielt sie sich in verschiedenen Teichen und verschiedenen Jahren sehr verschieden. In einigen Fällen war sie vorwiegend auf die kältere Jahreszeit beschränkt, in anderen war sie auch im Sommer häufig. In vielen der von mir untersuchten eutrophen Teichen in Schonen kamen Synchæten auch am 20 und 22 Juni ziemlich zahlreich vor. Solche Unregelmässigkeiten im Auftreten einer Art wie die erwähnten können natürlich durch sehr verschiedenartige Umstände bewirkt werden, es scheint mir aber sehr wahrscheinlich, dass dabei sehr oft Schwankungen der Ernährungsbedingungen eine grosse Rolle spielen. Die Ernährungsbedingungen einer Tierart an einer gewissen Lokalität sind wiederum nicht nur von der jeweiligen Nahrungsproduktion, sondern auch von der Konkurrenz mit anderen Arten abhängig.

Bei der Beurteilung der oben angeführten Beispiele darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass nicht alle Tiere, die in der Literatur denselben Speziesnamen tragen, auch biologisch sich gleich zu verhalten brauchen. Es können sich nämlich an verschiedenen Lokalitäten verschiedene biologische Rassen, die zum Teil wohl auch morphologisch sich mehr oder weniger unterscheiden, ausgebildet haben<sup>2</sup>. Solche biologisch und morphologisch differente Rassen sind in der Tat auch von *Cyclops*

---

<sup>1</sup> Da ich gezwungen war hauptsächlich nur mit konserviertem Material zu arbeiten, konnte eine Speziesbestimmung der Synchæten meistens nicht ausgeführt werden. In zwei Fällen, bei welchen die Spezies an lebendem Material festgestellt wurde, handelte es sich aber um *S. pectinata*. Ein einziges Mal wurden Synchæten auch in Aneboda im Sommer festgestellt und zwar im Juli 1920 in dem nur 0,057 ha grossen, anscheinend nach der eutrophen Seite hin etwas abweichenden Stenfälledammen N:o 7.

<sup>2</sup> Wohl aus dieser Ursache und unter Hinweisung auf die Willkürlichkeit des Artbegriffes hat sich LANGHANS (35) gegen die allzu grosse Geneigtheit die Artenzahl zu reduzieren sich ausgesprochen.



*strenuus* beschrieben worden. So unterschied LILLJEBORG (43) nicht weniger als fünf verschiedene Formen, darunter auch eine kleine Sommerform, die wie die grössere Winter- und Frühjahrsform vornehmlich in kleineren Gewässern vorkommen sollte. Nach LILLJEBORG soll indessen auch für diese »Sommerform« in südlicheren Gegenden Schwedens der Winter und das zeitige Frühjahr die günstigste Jahreszeit sein. WOLF (110) unterscheidet 1) eine pelagische Form, die in grösseren Seen vorkommt, 2) eine Form der kleineren Seen und Teiche, 3) eine Winterform, »die plötzlich in den Herbstmonaten auftritt, schnell in Fortpflanzung eintritt, die den ganzen Winter über in wechselnder Stärke andauert, im Frühjahr aber ebenso plötzlich wieder verschwindet und den ganzen Sommer über nicht mehr zum Vorschein kommt«. Die zweite Form soll sich dagegen das ganze Jahr hindurch fortpflanzen. Da in diesen Fällen die Konstanz der Rassen bei veränderten Milieubedingungen nicht experimentell geprüft wurde, lässt es sich immerhin nicht entscheiden, inwieweit das für verschiedene Kolonien von *Cyclops strenuus* festgestellte verschiedene Verhalten gegenüber den Jahreszeiten auf erblich fixierten biologischen Eigenschaften beruhe. Aber auch wenn es sich in den von mir oben erwähnten Fällen um ziemlich konstante biologische Rassen gehandelt hätte, ist es sehr wohl möglich, dass ursprünglich eben verbesserte Ernährungsbedingungen die Herausbildung der für höhere Temperaturen weniger empfindlichen Rassen bedingten.

2. *Dauereier und Ruhezustände.* Es ist nicht meine Absicht, eine ausführliche Darstellung der Fortpflanzungsverhältnisse der Planktontiere der Anebodateiche zu geben, sondern hier soll nur auf einige mit denselben zusammenhängende Momente, die auf die Zusammensetzung der Zooplanktonassoziationen einwirken können, aufmerksam gemacht werden.

Die Cladoceren, die, wie wir gesehen haben, den weitaus wichtigsten Bestandteil des typisch oligotrophen Teichplanktons ausmachen, produzieren bekanntlich in Zusammenhang mit der geschlechtlichen Fortpflanzung Dauereier, die nicht nur das Eintrocknen und Einfrieren vertragen können, sondern, wie schon WEISMANN (102) zeigte und VOLLMER (97) nur bestätigen konnte, durch solche Einflüsse sogar eine erhöhte oder wenigstens beschleunigte Keimfähigkeit bekommen. Da wir annehmen müssen, und dafür scheinen auch einige später zu erwähnende von mir gemachten Beobachtungen und Versuche zu sprechen, dass die Hauptmasse der Planktoncladoceren im Winter trockenliegender Teiche, sich im Frühjahr aus solchen im Teichboden überwinterten Dauereiern entwickelt, erscheint es sehr wahrscheinlich, dass Schwankungen in der Dauereiproduktion der einzelnen Arten einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Zusammensetzung der Zooplanktonassoziationen in verschiedenen Jahren ausüben können. Folgende Beispiele aus den Anebodateichen scheinen mir geeignet zu sein, die Bedeutung dieses Faktors etwas zu beleuchten.

*Daphnia longispina* ist die einzige Teichplanktoncladocere, bei der ich bisher in Aneboda zwei Sexualperioden feststellen konnte. Die erste derselben fällt in den Frühsommer — bisweilen jedoch bis auf den Hochsommer verschoben —, ist aber vielfach nicht nur sehr lang ausgedehnt, sondern scheint auch nur einen grösseren

oder geringeren Teil der Kolonie zu betreffen. Im Jahre 1918 war diese Sexualperiode in den Teichen N. Hållsdammen und Ö. Sâgdammen ziemlich stark hervortretend, während in dem angrenzenden N. Sâgdammen — wie in den meisten übrigen Teichen — Geschlechtstiere im Sommer immer nur spärlich vorgefunden wurden. Die zweite Sexualperiode, die in den Herbst (Ende September, Oktober) fällt, scheint zwar viel stärker als die erste ausgeprägt zu sein, zu dieser Zeit hat aber die Individuenzahl der *Daphnien* immer stark abgenommen, und es kommt sogar vor (z. B. Jämfälledammen, Ö. Hagadammen 1918), dass die Kolonien schon vorher beinahe gänzlich ausgestorben sind.

Schon aus diesen kurzen Angaben können wir schliessen, dass sowohl aus der ersten wie aus der zweiten Sexualperiode in verschiedenen Fällen eine — auch im Verhältnis zur Grösse der sommerlichen *Daphniakolonie* — sehr verschieden grosse Zahl von Dauereiern resultieren kann.

*Bosmina obtusirostris*. Im Teiche Jämfälledammen wurden im Jahre 1918 einzelne ♂♂ den ganzen Sommer gesehen, erst Ende August wurden sie aber ziemlich häufig. Ephippium-♀♀ wurden nur im Spätsommer (23. VIII) beobachtet, waren aber damals sehr häufig. In den Teichen Ö. und N. Brittelaggdammen waren im Vor- und Hochsommer 1918 Geschlechtstiere sehr selten. Ende August wurden im genannten Jahre leider keine Proben in diesen Teichen genommen, am 20. VIII 1920 waren aber ♂♂ und Ephippium-♀♀ auch hier häufig.

*Bosmina obtusirostris* hat also in den Anebodateichen nur eine, in den Spätsommer fallende Sexualperiode. Es kommt aber auch vor, dass die Art schon früher im Sommer beinahe gänzlich aus dem Plankton verschwindet und in solchen Teichen (oder Jahren?) kommt es überhaupt nicht oder jedenfalls nur in sehr geringem Masse zur Produktion von Dauereiern. So z. B. im Sommer 1918 im Teiche Ö. Hagadammen, wo *B. obtusirostris* Mitte Juli sehr zahlreich vorkam, Anfang August aber nur noch sehr spärlich vorgefunden wurde. Ein solches vorzeitiges Verschwinden einer Art kann vermutlich einen beträchtlichen Einfluss auf die Vertretung derselben im nächsten Jahre ausüben. Leider wurde dies im Sommer 1919 für den Teich Ö. Hagadammen nicht festgestellt. Im Sommer 1920 war *B. obtusirostris* hier wenigstens ziemlich häufig.

*Bosmina longirostris* weist in den Anebodateichen recht merkwürdige Fortpflanzungsverhältnisse auf. Wie schon vorher ausgeführt worden ist, tritt diese Cladoeere in ganz typisch oligotrophen Teichen entweder nur im Frühjahr oder auch sowohl im Frühjahr wie im Herbst in etwas grösserer Zahl auf. Bei dem Frühjahrsmaximum habe ich immer nur Subitaneier produzierende ♀♀ gefunden. Bei dem Herbstmaximum (2. IX) im Stenfälledammen N:o 10 im Jahre 1918 waren Ephippium-♀♀ sehr zahlreich, ♂♂ dagegen äusserst selten. In den Fällen, wo die Art im Hochsommer in grösserer Menge aufgetreten ist, sind die Ephippium-♀♀ — wenigstens in den meisten Fällen — zugleich auch zahlreich gewesen. So im Teich Ö. Hagadammen sowohl am 20. VI wie 17. VII 1918 und in allen sechs Fütterungsteichen und in dem N. Sâgdammen im Sommer 1920. Im letztgenannten Jahre wurde im



Teiche Ö. Brittelaggdammen eine Probe noch am 15. X genommen, und auch damals (wie im Hochsommer, Fütterungsteich!) waren Ehippium-♀♀ von *Bosmina longirostris* sehr stark vertreten. Trotzdem dass somit die Ehippium-♀♀ (namentlich bei massenhaftem Auftreten der Art) sowohl im Sommer wie im Herbst sehr zahlreich gewesen sind, wurden ♂♂ dieser Art noch nie in grösserer Zahl gesehen, sondern vielmehr entweder gänzlich vermisst oder auch nur äusserst spärlich angetroffen. Die weitaus grösste Zahl der in allen den genannten Fällen massenhaft produzierten Dauereier dürfte also unbefruchtet geblieben sein. Es hat somit den Anschein, als ob *Bosmina longirostris* in den Anebodateichen sich ähnlich der *Daphnia pulex* auf Spitzbergen verhalten sollte. Durch OLOFSSONS (59) Untersuchungen kann es nämlich als beinahe sicher gelten, dass ♂♂ von *Daphnia pulex* in den Gewässern Spitzbergens niemals vorkommen, aber dennoch werden dort Dauereier (Ehippien) in grosser Zahl produziert.

Es ist für uns nur darauf angekommen, zu zeigen, dass der im Frühjahr vorhandene Bestand an Dauereiern der einzelnen Cladocerenpezies grossen Schwankungen unterworfen sein kann. Wie eingangs schon hervorgehoben wurde, erscheint es mir nun wahrscheinlich, dass Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Zooplanktonassoziationen ein und desselben Teiches in verschiedenen Jahren vielfach zum Teil auf solche Schwankungen der Dauereiproduktion zurückzuführen sind. Hierbei darf aber nicht vergessen werden, dass Verschiedenheiten der Entwicklungsbedingungen der Dauereier im Frühjahr, sowie der vielfachen, die Vermehrungsintensität der einzelnen Arten bestimmenden Faktoren vermutlich eine mindestens ebenso grosse Rolle spielen.

*Copepoden.* Dauereier sind für viele *Diaptomus*arten bekannt und vielleicht können sie alle solche produzieren. Schon 1889 gelang es G. O. SARS (67) zwei *Diaptomus*arten aus eingetrocknetem Schlamm aus Australien zu züchten, und C. CLAUS (13), der 1895 aus zehnjährigem Schlamm sowohl *Diaptomus* als *Cyclops* erhielt, stellte fest, dass die erstgenannten zuerst als Nauplien, die letztgenannten als weiter entwickelte Tiere erschienen. Die Dauereier von *Diaptomus denticornis* aus dem Titisee wurden sodann von HÄCKER (26) beschrieben und EKMAN fand Dauereier bei *D. laciniatus*, *denticornis* und *laticeps*, ferner noch bei *D. graciloides* in kleinen Gewässern der Sarekgebirge. Am eingehendsten wurden aber die Dauereier und Ruhezustände der Copepoden von WOLF (109, 110) studiert, der auch die Dauereier von *Diaptomus caeruleus* (= *vulgaris*) und *D. castor* beschrieb. Bei *D. gracilis* konnte er Dauereier nicht finden, vermutet aber, dass auch diese Art solche erzeugt. Was die in den baltischen Seen massenhaft vorkommenden *Diaptomus gracilis* und *D. graciloides* betrifft, glaubt WESENBERG-LUND (107) nicht, dass sie Dauereier produzieren. Dass aber auch *D. gracilis* unter Umständen solche erzeugen kann, wird durch meine Befunde in den Anebodateichen wenigstens sehr wahrscheinlich gemacht. Bei sowohl 1918 wie 1920 im Frühjahr mit aus trockenliegenden Teichen (N. Sägdammen, Ö. Hagadammen, Jämfälledammen) genommenen Schlammproben angestellten Kulturversuchen entwickelten sich in den meisten Fällen bald nach dem



Beschicken der Gefässe mit (filtriertem) Wasser ganz kleine *Diaptomus*nauplien, vielfach in grosser Zahl. Von den beiden in den Teichen festgestellten *Diaptomus*arten, *D. gracilis* und *D. castor*, ist die erstgenannte die weitaus häufigere, und in vielen Teichen (u. a. auch der Jämfälledammen) wurde bis jetzt überhaupt nur diese Spezies gefunden. In dem einzigen Falle, bei dem ich in einer Schlammkultur (aus Ö. Hagadammen) einige *Diaptomen* grosszüchten konnte — in den meisten Fällen gingen sie schon früh zu grunde — erwiesen sie sich allerdings als *D. castor*. Es scheint mir aber wahrscheinlich, dass in den Kulturgefässen nur der für kleine, austrocknende Tümpel charakteristische *D. castor*, nicht aber der vermutlich viel empfindlichere *D. gracilis*, der ja ein typisches Planktontier ist, sich weiter entwickeln konnte, und dass die Nauplien in den meisten Kulturen eben deshalb zu grunde gingen, weil sie der empfindlicheren Spezies (*gracilis*) angehörten.

Was die Cyclopiden betrifft, konnte WOLF bei seinen eben erwähnten vortrefflichen Untersuchungen feststellen, dass sie dadurch, dass sie ihren Körper mit einer schützenden Secretshülle überziehen<sup>1</sup>, befähigt werden die Trockenperioden zu überleben. Solche secretumhüllte Ruhezustände fand WOLF bei *Cyclops diaphanus*, *C. bicuspidatus* var. *odessana* und *C. strenuus*, sie kommen aber vermutlich auch bei den anderen Arten vor. WOLF wies ferner noch nach, dass viele Cyclopiden auch freiwillig, d. h. ohne durch Wassermangel dazu gezwungen zu sein, vermutlich aber durch ungünstige Witterungs- und Nahrungsverhältnisse veranlasst, in den Ruhezustand eingehen, indem sie sich in den Schlamm verkriechen und dort sich mit der Secretshülle umgeben. Eine monatelange solche Ruheperiode wird von WOLF auch für die Winterform von *Cyclops strenuus* angegeben. Diese Angaben von WOLF werden durch meine Befunde in den Anebodateichen nur bestätigt. Während die *Diaptomen* sowohl bei meinen Kulturversuchen wie auch in den Teichen selbst immer zuerst als Nauplien erschienen, trat *Cyclops strenuus* sofort als ziemlich grosse Tiere auf, die schon kurze Zeit nach der Teichbespannung Eisäckchen trugen. Diese überwinterten alten Tiere starben sodann meistens sehr schnell ab, eine reichliche Nachkommenschaft hinterlassend. Nachdem die neue Generation etwas herangewachsen war, verschwand sie immer — ohne sich fortgepflanzt zu haben — gänzlich aus dem Plankton um während des ganzen Sommers nie mehr zum Vorschein zu kommen. Auch im Herbst wurde *Cyclops strenuus* nur gelegentlich und spärlich vorgefunden. Im Anschluss an die Ergebnisse von WOLF deute ich diese Befunde so, dass *C. strenuus* in den Anebodateichen meistens nur eine einzige Generation — bisweilen vielleicht doch auch zwei — im Jahre hat, und dass die im Frühjahr entstehenden Tiere sich in den Schlamm verkriechen um meistens erst im nächsten Frühjahr wieder von neuem zu erscheinen und dann bald in Fortpflanzung zu treten.

3. *Die Bespannungsverhältnisse.* Die grosse Bedeutung des von Wind und Wellen zusammengetriebenen Ufermaterials für die Entwicklung der Fauna eines Wasserbeckens wurde von WESENBERG-LUND in einer sehr anregenden Arbeit (107)

<sup>1</sup> WOLF vermutet, dass dieses Secret von sowohl bei Cyclopiden wie Harpacticiden vorkommenden, nach aussen mündenden einzelligen Drüsen produziert wird.

besonders stark hervorgehoben. Dieser Autor wies dabei auch nach, dass im zeitigen Frühjahr die Temperaturverhältnisse im seichten Uferwasser für die Erbrütung der Eier sehr viel günstiger sind, als in anderen Teilen des Gewässers. Es war aber nicht von vornherein sicher, ob im Winter trockenliegende Teiche sich in diesen Beziehungen wie permanente Wasserbecken verhalten würden. Es liesse sich nämlich denken, dass die in der Bespannungszeit an den Ufern angehäuften Eier, während der Trockenperiode wieder zum grossen Teil von Wind, Regen und Schmelzwasser über die tiefer gelegenen Bodenpartien zerstreut werden könnten. Ich fragte mich deshalb, in welchen Teilen des trockengelegten Bodens ablassbarer Teiche die Dauereier und sonstigen Ruhezustände der verschiedenen Planktontiere sich vornehmlich vorfinden und ob Verschiedenheiten bei der Bespannung der Teiche im Frühjahr und bei dem Ablassen derselben im Herbst die Zusammensetzung und Menge des Zooplanktons wesentlich beeinflussen.

Für die Beurteilung dieser Fragen können hier zwei verschiedene Beobachtungsreihen herangezogen werden, namentlich 1. Beobachtungen über die erste Entstehung des Zooplanktons im Frühjahr in anfangs niedrig bespannten Teichen und 2. Kulturversuche mit Bodenmaterial aus verschiedenen Teilen trockengelegter Teichböden.

1. Im Frühjahr 1920 wurde der Teich N. Sägdammen etwa um den 1. April aufgestaut, vorläufig jedoch ohne dass Wasser aus den oberhalb gelegenen Teichen eingeleitet wurde. In der ersten Woche sammelte sich daher nur ein wenig Wasser über die am tiefsten gelegenen Bodenpartien an. In diesem seichten Wasser konnten am 6. IV nur die allerersten Spuren eines Zooplanktons nachgewiesen werden. Es wurden folgende Planktontiere festgestellt: *Nauplien*, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops strenuus*, *Synchaeta* sp. und *Chydorus sphaericus*. Die Nauplien machten etwa 41, *Daphnia* und *Bosmina* zusammen etwa 48 % der gesamten Individuenzahl aus. Die Cladoceren waren alle nur durch ganz kleine, offenbar eben aus den Dauereiern entschlüpfte Individuen vertreten. Dass die Nauplien, die ebenfalls sicher aus Dauereiern entstanden waren, zur Gattung *Diaptomus* gehörten, kann nach den oben referierten Ergebnissen von Wolf und anderen Forschern, sowie auf Grund meiner bald zu besprechenden Kulturversuche als beinahe sicher betrachtet werden. Die wenigen Exemplare von *Cyclops strenuus* waren alle ziemlich gross, jedoch noch nicht erwachsen.

Der Teich Jämfälledammen wurde im Jahre 1920 schon sehr früh (im März) aufgestaut, es wurde aber anfänglich kein Wasser aus dem Bache eingeleitet. Trotzdem hatte sich schon am 30. III so viel Wasser angesammelt, dass der grösste Teil der Teichsohle davon bedeckt war. Der Wasserstand war aber doch niedrig, die eigentlichen Teichränder nicht erreichend. Das noch spärliche Zooplankton setzte sich am genannten Tage hauptsächlich aus Nauplien (*Diaptomus*), *Bosmina obtusirostris* und *Cyclops strenuus* zusammen. Sehr spärlich wurden ausserdem *Daphnia longispina* und *Bosmina longirostris* vorgefunden.

Die Teiche Stenfälledammen N:o 9 und N:o 10 blieben im Jahre 1918 den



ganzen Mai, N:o 10 sogar bis zum 11. Juni bei niedrigem Wasserstande, der die Teichränder nicht erreichte, stehen. Im Teich N:o 10 war die Planktonmenge noch am 23. V ganz minimal. In diesem dürftigen Plankton war *Cyclops Leuckarti* die Hauptform (62,5 %). Ausserdem wurden festgestellt: *Bosmina longirostris* (13,9 %), *Polyphemus* (5,3 %), *Bosmina obtusirostris* (2,9 %) und *Daphnia longispina* (2,0 %). Zum Vergleich sei erwähnt, dass im früh bespannten N. Sägdammen *Daphnia* schon am 11. V, und zwar bei ziemlich beträchtlicher Gesamtplanktonmenge, die beinahe wichtigste Form war. Am 3. VI war die Planktonmenge im Teich N:o 10 zwar sehr gestiegen, dennoch aber fortdauernd ziemlich gering. Am 19. VI, wo der Teich schon hoch bespannt war, war die Planktonmenge beträchtlich und *Daphnia* die dominierende Form. — Im Teiche N:o 9 war *Daphnia*, die später im Sommer zu der wichtigsten Form des Teichplanktons sich entwickelte, am 3. VI nur ganz spärlich vertreten.

Es deuten die gemachten Angaben daraufhin, dass die *Daphniakolonien* der Teiche N:o 9 und 10, im Verhältnis zu denjenigen der schon früher hochbespannten, in ihrer Entwicklung sehr verspätet waren, und dass auch die gesamte Zooplanktonproduktion im Frühsommer an dem niedrigen Wasserstande gelitten hatte. Die Annahme, dass die *Daphnia*entwicklung verspätet war, wird dadurch noch wahrscheinlicher gemacht, dass sich die *Daphniakolonie* des Teiches N:o 10 noch am 19. VI zum grössten Teil aus grosswüchsigen Individuen mit beträchtlicher Eiproduktion zusammensetzte. Es pflegt nämlich die erste, aus den Dauereiern entschlüpfende Generation sehr grosswüchsig zu sein und sehr viele Subitaneier zu produzieren. Dann sinkt in den folgenden Generationen sowohl Körpergrösse wie Eiproduktion sehr rapide bis zu einem Minimum, das meistens schon im Juni erreicht wird, herab. Ich verweise noch auf die Angaben im speziellen Teil über das Frühjahrsplankton im Jahre 1918 in den Teichen Ö. und N. Brittelaggsdammen und Ö. Hagadammen.

Wir können aus den gemachten Angaben vorläufig die folgenden beiden Schlüsse ziehen:

1) Auch bei niedriger, die Teichränder nicht erreichender Bespannung der Teiche können vermutlich alle wichtigeren Planktontiere im Plankton vertreten sein. Dies beweist aber noch nicht, dass auch die Dauereier und sonstigen Ruhezustände in weit von den Teichrändern entfernten Teilen der Teiche gelegen hätten. Denn in künstlich angelegten Teichen sind die aller tiefsten Stellen meistens nicht in der Teichmitte sondern an den Dämmen, also in unmittelbarer Ufernähe, gelegen. Deshalb können auch Dauereier, die sich im vorigen Sommer in das Ufermaterial der Teichdämme angehäuften hatten, während der Trockenperioden sehr leicht wieder zum Teil in die den Dämmen genäherten tiefsten Teile der Teiche abgeschwemmt werden.

2) Trotzdem, dass das unter 1) Gesagte auch für *Daphnia longispina* gilt, hat es doch den Anschein, als ob das Hauptkontingent dieser, für das oligotrophe Teichzooplankton so überaus wichtigen Cladocere aus in den Uferbänken angehäuften Dauereiern entstehen würde.



2. Kulturversuche wurden in den Jahren 1918 und 1920 mit Bodenmaterial aus den Teichen N. Sägdammen, Ö. Hagadammen und Jämfälledammen angestellt. Es wurde hierbei Material einerseits aus den im vorigen Sommer von den Wellen zusammengetriebenen Uferbänken, anderseits aus tiefer gelegenen Teilen des eigentlichen Teichbodens, in den Teichen Ö. Hagadammen und Jämfälledammen ausserdem noch aus seichten, reichlich mit *Glyceria* (Ö. Hagadammen) oder *Carex* (Jämfälledammen) bewachsenen Bodenpartien genommen. Das Bodenmaterial wurde in Glasgefässe gebracht und mit durch Filtrierpapier (in einigen Fällen jedoch nur durch ein Netz aus Müllergaze N:o 20) filtriertem Bachwasser beschickt. Es sollen im folgenden die drei Bodenmaterialarten als Ufermaterial, Tiefbodenmaterial und Vegetationsbodenmaterial bezeichnet werden. Insgesamt (d. h. von allen drei Teichen und in beiden Jahren) wurden mit Ufermaterial 7, mit Tiefbodenmaterial 12 und mit Vegetationsbodenmaterial 3 Kulturversuche angestellt. Da es zu weit führen würde alle diese Versuche ausführlich zu besprechen, sollen hier nur die Ergebnisse derselben kurz resümiert werden:

Nedre Sägdammen. Das reichste Leben entwickelte sich in der Kultur mit Ufermaterial. Abgesehen von einer Reihe von Vegetations- und Bodenformen (darunter auch *Chydorus sphaericus*) traten in dieser Kultur *Diaptomus*nauplien, *Bosmina longirostris* und *Daphnia longispina* ziemlich zahlreich auf, ganz vereinzelt ausserdem noch *Scapholeberis mucronata*. In der Kultur mit Tiefbodenmaterial wurden keine eigentlichen Planktonformen, wohl aber einige Lynceiden und eine Ostracode sicher festgestellt. Auch wenn wir annehmen, dass einige Planktonformen unbeachtet blieben, spricht doch der Versuch deutlich dafür, dass in diesem Teich die tieferen — den Ufern nicht allzu naheliegenden — Bodenpartien für die Planktonentwicklung von viel geringerer Bedeutung als die Uferbänke sind.

Övre Hagadammen. Das Tiefbodenmaterial aus diesem Teiche wurde in einem von den Ufern ziemlich weit entfernten Teile des Teiches genommen. In den mit diesem Material beschickten Kulturen wurde überhaupt kein einziges makroskopisch sichtbares Tier erhalten, trotzdem dass drei Parallelkulturen angesetzt wurden und dass das Bodenmaterial nicht von einem einzigen kleinen Fleck, sondern von einem grösseren Areal stammte. Es hat somit den Anschein, als ob der tief gelegene, ganz vegetationslose Teil des Bodens dieses Teiches keine Dauereier oder Ruhezustände enthalten hätte. Auch in den beiden Vegetationsbodenkulturen blieb das Tierleben überaus dürftig: zwei oder drei Individuen von *Diaptomus* (zunächst Nauplien) und zwei Individuen von *Acroperus harpæ* war alles, was hier erzielt wurde. Aus dem Ufermaterial entwickelte sich dagegen ein reichliches, aus *Daphnia longispina* und *Diaptomus castor* bestehendes Plankton. In diesem Teiche scheint also das Zooplankton — ausser aus mit dem Speisewasser zugeführten Muttertieren — beinahe ausschliesslich aus in den Uferbänken und in der Ufernähe vorkommenden Dauereiern sich zu entwickeln.

Jämfälledammen. In der Kultur mit Ufermaterial schwammen sofort nach dem Beschicken zahlreiche *Daphniae*hippien auf der Oberfläche. Später entwickelte

sich in dieser Kultur eine reiche Fauna, die sich jedoch grösstenteils aus nicht-planktonischen Formen (benthonische Cyclopiden, *Simocephalus*, Ostracoden u. a.) zusammensetzte. Von Planktontieren wurden *Daphnia longispina*(?)<sup>1</sup>, *Ceriodaphnia quadrangula* und *Diaptomus* sp. angetroffen. Unter den Cyclopiden kamen vielleicht auch einige *C. strenuus* vor. Von *Diaptomus* und *Ceriodaphnia* wurde nur resp. ein einziges Ex. gefunden. — In einer der Tiefbodenkulturen stammte das Material aus dem allertiefsten, am Ablassmönch gelegenen Teil des Teiches. Trotz der Tiefe lag dieser Platz unmittelbar am Teichdamm. In dieser Kultur waren die *Diaptomus*-nauplien besonders zahlreich. Ausserdem wurden noch vereinzelte *Cyclops* sp. und *Ceriodaphnia quadrangula* festgestellt. In den anderen Tiefbodenkulturen stammte das Material aus weiter vom Ufer entfernten Plätzen. In diesen Kulturen waren die *Diaptomus*nauplien viel spärlicher, es wurden aber vereinzelte *Bosmina obtusirostris* und ausserdem noch *Ceriodaphnia quadrangula* und *Cyclops* sp. gefunden.

Bemerkenswert ist, dass sich in keiner einzigen Kultur auch nur ein einziges Exemplar von *Polyphemus pediculus* entwickelte. Da es kaum anzunehmen ist, dass in dem reichlichen Bodenmaterial überhaupt keine Dauereier dieses in den Teichen überaus häufigen Tieres vorhanden gewesen wären, ist es möglich, dass die Milieubedingungen in den Kulturgefässen für die Entwicklung der Dauereier desselben ungünstig waren. Dass auch *Diaphanosoma* anscheinend gänzlich fehlte, dass *Bosmina obtusirostris* nur in wenigen Exemplaren angetroffen wurde, dass weder diese Form noch die ebenfalls ganz vereinzelt beobachtete *Ceriodaphnia quadrangula* sich in den Kulturen vermehrte und dass die meisten *Diaptomus*nauplien schon frühzeitig zu grunde gingen, ist vielleicht auf ähnliche Ursachen zurückzuführen. Jedenfalls zeigen alle diese Umstände, dass wir bei der Beurteilung negativer Ergebnisse solcher Kulturversuche, wie der besprochenen, sehr vorsichtig sein müssen. Es können aber vermutlich auch in den Teichen selbst die Entwicklungsbedingungen der Dauereier der einzelnen Spezies in verschiedenen Jahren — und besonders auch bei Verschiedenheiten hinsichtlich der Teichbespannung — sehr wechselnd sein und somit vielfach die Zusammensetzung des Zooplanktons beeinflussen.

Sowohl die Beobachtungen an den Teichen selbst wie ganz besonders die Kulturversuche sprechen dafür, dass auch in solchen ablassbaren Teichen, wie den von mir untersuchten, die Teichränder für die Zooplanktonentwicklung von eminenter Bedeutung sind. Vor allem scheint das von den Wellen im vorhergehenden Sommer zusammengetriebene Ufermaterial die eigentliche Keimstätte der für die Auebodateiche so überaus wichtigen *Daphnia longispina* zu sein. Auffällig ist, dass so viel Dauereier von *Diaptomus* in diesem Ufermaterial vorkommen können. Vermutlich werden in kleineren Teichen — namentlich bei starker Wellenbewegung —

---

<sup>1</sup> Es wurden 11 Tage nach dem Ansetzen der Kultur einige kleine Cladoceren, die jungen *Daphnien* ähnlich waren, gesehen. Diese wurden aber damals leider nicht näher untersucht, und als ich eine Woche später — von einer Reise zurückgekommen — die Kultur von neuem untersuchte, konnte ich keine *Daphnien* mehr finden.



auch solche Dauereier, die in grösseren Seen allmählich zu Boden sinken, an den Teichrändern abgelagert. Zu dieser Kategorie von Dauereiern gehören vermutlich diejenigen von *Polyphemus*, *Diaphanosoma*, den *Bosmina*-arten und *Diaptomus*<sup>1</sup>.

## Die horizontale und vertikale Verteilung des oligotrophen Teichzooplanktons.

Das, was wir in typischen Teichgewässern als »pelagische Region« bezeichnen könnten, zeigt viel innigere und zugleich auch viel mehr wechselnde Beziehungen zum Benthos als die nämliche Region grösserer Seen. Während wir in diesen ausserhalb der Uferregion mit einem grossen, zusammenhängenden, vom Benthos ziemlich unabhängigen und horizontal einheitlichen Wasserkörper zu thun haben, trägt die pelagische Region der Teiche einen überaus ungleichmässigen Charakter. Meistens lassen sich keine bestimmten Grenzen zwischen den Vegetationsgebieten und der pelagischen Region ziehen, und mitten in der letzteren kommen oft isolierte, kleinere oder grössere Vegetationsinseln vor. Ausserdem können noch die Uferkonturen und das Bodenrelief zusammen mit der Vegetation den freien Wasserkörper der Teiche in mehrere, von einander getrennten Teile zerlegen, so dass überhaupt keine zusammenhängende Region vegetationsfreien Wassers vorhanden ist. Wenn wir noch hinzufügen, dass die Teichplanktontiere meistens einen plumperen Körperbau als die Zooplanktonformen der grösseren Seen haben und nur durch verhältnismässig energische Schwimmbewegungen sich schwebend halten, lässt sich schon von vornherein eine überaus ungleichmässige Verteilung des Teichzooplanktons erwarten.

Dass die Planktontiere seichter Teiche wie diejenigen grösserer Seen tägliche vertikale Wanderungen ausführen wurde schon von ZSCHOKKE (nach STEUER) und STEUER (84) beobachtet und später besonders auch von RUTTNER (64) an böhmischen Teichen bestätigt. Auch WALTER (100) hatte die ungleichmässige vertikale Verteilung des Teichplanktons erkannt, und DIEFFENBACH (15) stellte später dasselbe in Bezug auf die pelagischen Rädertiere der von ihm untersuchten Teiche fest. Meine Befunde an den Anebodateichen können — wie wir sehen werden — diese Angaben nur bestätigen.

Was die horizontale Verteilung der Teichplanktontiere betrifft, bekommt man indessen aus den älteren diesbezüglichen Literaturangaben am ehesten den Eindruck, dass diese im grossen ganzen ziemlich gleichmässig sei. Zwar hob schon WALTER die Ungleichmässigkeit der horizontalen Verteilung des Teichplanktons hervor, folgende Aussage von ihm zeigt jedoch, dass er diese Ungleichmässigkeit nicht als eine sehr beträchtliche betrachtete: »Die Verteilung des Teichplanktons ist — — —, zwar keine absolut aber doch eine annähernd gleichmässige, eine solche, welche für unsere praktische Zwecke vollkommen genügt.« DIEFFENBACH spricht auch von einer annähernd gleichmässigen horizontalen Verteilung der pelagischen Teichrota-

<sup>1</sup> Nach WEISMANN sinken die Dauereier von *Diaphanosoma* stets zu Boden, wo sie mit einem dünnen Schleimüberzug sich festkleben sollen. WESENBERG-LUND (107) vermutet sowohl für *Diaphanosoma* wie für die *Bosminen*, dass die Dauereier zu Boden sinken. EKMAN (17) fand im See Mälaren frei in den tieferen Wasserschichten schwebende Eisäcke von *Diaptomus gracilis*.



torien. Im Gegensatz zu diesen Angaben stehen diejenigen von PAULY (62) und WUNDSCH (114), welche die Ungleichmässigkeit der horizontalen Verteilung des Planktons der Teiche in Sachsenhausen stark betonen. WUNDSCH spricht sich jedoch nur beiläufig über diese Frage aus und auch PAULY beschränkt sich hauptsächlich nur darauf, die Unterschiede in der Planktonproduktion der oberen (seichteren) und der unteren (tieferen) Teichpartien festzustellen.

Nach diesen orientierenden Bemerkungen gehe ich zur Besprechung meiner Befunde an den Anebodateichen über.

### Die horizontale Verteilung.

In nachfolgender Tabelle geben die Ziffern an, wie viele ccm Plankton (immer beinahe ausschliesslich tierisches!) jedesmal in 10 etwa gleich langen Netzen an der Oberfläche erbeutet wurden.

| Name des Teiches       | Dato                 | F a n g p l a t z      |      |      |      |
|------------------------|----------------------|------------------------|------|------|------|
|                        |                      | 1                      | 2    | 3    | 4    |
| Nedre Sægdammen .....  | 11. V                | 6                      | 7,5  | —    | —    |
|                        | 1. VI                | 6                      | 3,5  | —    | —    |
|                        | 14. VI               | 11                     | —    | 6    | —    |
|                        | 7. VII               | 5                      | 24,5 | —    | —    |
|                        | 22. VIII             | 13                     | 13   | 13,5 | —    |
| Övre Sægdammen.....    | 1. VI                | 14,5                   | 3,5  | —    | —    |
|                        | 7. VII               | 32,5                   | 17   | —    | —    |
|                        | 15. VII              | 3                      | 2,5  | —    | —    |
| Stenfælledammen N:o 10 | 2. IX                | 20,5                   | 4    | 2    | —    |
| Övre Hagadammen .....  | 29. V                | 4                      | 2    | —    | —    |
|                        | 7. VI                | 11                     | 6    | —    | —    |
|                        | 20. VI               | 6                      | 10   | —    | —    |
|                        | 17. VII              | 12                     | 11   | —    | —    |
| Jæmfælledammen .....   | 9. V                 | 7                      | 1    | 1    | —    |
|                        | 16. VI               | 18                     | —    | 100  | —    |
|                        | 16. VII              | 7                      | —    | —    | 7,5  |
|                        | 26. VII <sup>1</sup> | 3,5                    | 16   | 23   | 12,5 |
|                        | 15. VIII             | 7,5                    | —    | —    | 10   |
|                        | 23. VIII             | 14,5 (21) <sup>2</sup> | —    | —    | 13,5 |
| Övre Brittelaggdammen  | 16. VI               | 6                      | 2,5  | —    | —    |
| Nedre Brittelaggdammen | 16. VII              | 25                     | 12   | —    | —    |

<sup>1</sup> An diesem Tage wurde das Planktonvolumen nach 10 Min. Absetzen im Messzylinder abgelesen, sonst immer erst nach 15 Min.

<sup>2</sup> Die im Klammer angegebene Planktonmenge wurde an einem nur wenige Meter von dem Fangplatz 1. entfernten Fangplatze erbeutet.

Auch wenn diese Volumangaben nicht auf grosse Genauigkeit Anspruch machen können (vergl. Methodik S. 10), kann — wegen der sehr erheblichen Differenzen — aus denselben doch mit voller Gewissheit der Schluss gezogen werden, dass das Zooplankton der Teiche bei Aneboda horizontal sehr oft ausserordentlich ungleichmässig verteilt sein muss. Noch deutlicher geht diese Ungleichmässigkeit der horizontalen Verteilung aus den am 13. VII 1910 im Teiche Jämfälledammen mittels der Schöpfmethode ausgeführten Volumbestimmungen hervor. Es wurde nämlich an den fünf benutzten Fangplätzen pro cbm Wasser resp. 62, 312, 52, 73 und 21 ccm (beinahe rein tierisches) Plankton festgestellt. Diese Ungleichmässigkeit der horizontalen Verteilung macht sich nun nicht nur bemerkbar, wenn wir von einander weit entfernte Teichabschnitten vergleichen, sondern es kommen offenbar auf wenige Quadratmeter beschränkte Zooplanktonanhäufungen vor. So waren die Fangplätze 1 und 2 im Stenfälledammen N:o 10 im selben Teichabschnitt gelegen und höchstens 15 m von einander entfernt, und dennoch wurde an dem einen Fangplatz 20,5, an dem anderen nur 4 ccm Plankton erbeutet. Am 23. VIII wurde im Jämfälledammen am Ablassmönch 14,5 ccm, 4—5 m davon aber 21 ccm erhalten. Um eine eng begrenzte Schwarmbildung handelte es sich vermutlich auch, da im letztgenannten Teich am 16. VI am Fangplatz 2 eine so ganz kolossale Planktonmenge wie 100 ccm gefangen wurde.

Es kommt aber auch vor, dass die Planktonmenge an verschiedenen Fangplätzen eines Teiches etwa gleich gross ist. Aber auch in solchen Fällen kann die Gleichmässigkeit der Verteilung insofern nur scheinbar sein, als trotz der Gleichheit der totalen Planktonquantität die Artzusammensetzung des Planktons sehr verschieden sein kann. So war es z. B. im Teiche N. Sägdammen am 22. VIII 1918, wo an drei verschiedenen Fangplätzen beinahe ganz dieselbe Planktonmenge erbeutet wurde. Ich verweise auf die S. 24 mitgeteilten Zählprotokolle, aus welchen die Zusammensetzung der fraglichen Proben genau hervorgeht.

Auch sonst macht sich die Ungleichmässigkeit der horizontalen Verteilung nicht nur in Bezug auf die Planktonquantitäten, sondern ebensoviel in qualitativer Hinsicht geltend. Da die im speziellen Teil für die Teiche N. Sägdammen, Stenfälledammen N:o 10 und Jämfälledammen mitgeteilten Zählprotokolle gute Beispiele dieser qualitativen Unterschiede liefern, kann ich mich hier auf das Anführen von nur ein paar besonderen Fällen beschränken.

Am 15. VIII 1918 dominierte *Bosmina obtusirostris* am einen Ablassmönch des Teiches Jämfälledammen nicht nur in der Tiefe, sondern auch an der Oberfläche sehr stark über alle übrigen Formen, und von *Polyphemus* wurde nur ein einziges Exemplar (namentlich in den untersuchten Stichproben) gefunden. Etwa gleichzeitig (d. h. etwa  $\frac{3}{4}$  Stunden später) war am anderen — im entgegengesetzten Teile des Teiches gelegenen — Ablassmönch *Polyphemus* etwa ebenso stark wie *Bosmina* vertreten, volumetrisch sogar von entschieden grösserer Bedeutung als dieser. Auch in anderen Hinsichten war die Zusammensetzung des Oberflächenplanktons an beiden Fangplätzen eine verschiedene.

Am 11. V 1918 wurden im N. Sägdammen zwei Oberflächenproben in verschiedenen Teilen des Teiches genommen. In der einen Probe war *Daphnia longispina* die dominierende Form und *Bosmina longirostris* ausserdem noch häufig. Alle übrigen Formen waren hier nur von untergeordneter Bedeutung. In der anderen Probe waren *Diaptomus castor*, *Cyclops strenuus* und *Bosmina longirostris* die Hauptformen und viel stärker als *Daphnia* vertreten. — Ähnliche Beispiele liessen sich sehr viele anführen.

In seiner Arbeit über die Entomostrakenfauna der alten Donau (84) teilt STEUER die interessante Beobachtung mit, dass in der Nacht durchschnittlich mehr »tychopelagische« Arten (d. h. Vegetationsformen) im Plankton auftreten als am Tage. Eine ganz ähnliche Beobachtung konnte ich gelegentlich einiger nächtlichen Planktonfänge (13. VIII 1918) im Teiche Jämfälledammen machen. Während nämlich in den Nachtproben *Ceriodaphnia quadrangula* und *Scapholeberis mucronata* (diese letztere hauptsächlich nur an der Oberfläche) häufig (*Scapholeberis*) bis sehr zahlreich (*Ceriodaphnia*) vorkamen, waren sie in den am 15. VIII am Tage genommenen Proben nur schwach (*Ceriodaphnia*) oder ganz vereinzelt (*Scapholeberis*) vertreten. Da bei beiden Gelegenheiten sowohl an der Oberfläche wie in der Tiefe gefischt wurde, und da derselbe Unterschied an beiden benutzten Fangplätzen sich deutlich bemerkbar machte, lässt sich dies kaum anders deuten, als dass die genannten Formen sich am Tage zum grossen Teil in den Vegetationsgebieten aufhielten, um des Nachts in das freie Wasser auszuschwärmen.

Die eben erwähnte Beobachtung führt ungezwungen zu der Frage über, wie sich überhaupt die für das oligotrophe Teichzooplankton charakteristischen Tierformen zu den Vegetationsbezirken der Teiche verhalten. Halten sie sich nur an den eigentlichen Planktongebieten, oder kommen sie auch in den ganz kleinen Lichtungen der Vegetationsbestände der seichteren Teichpartien vor? Zur Klärung dieser Frage können folgende an den Teichen Ö. Hagadammen und Jämfälledammen gemachten Beobachtungen etwas beitragen.

Es wurde in beiden Teichen das Vorkommen der Planktonformen in der Glyceriavegetation, die in den seichteren Teilen des Teiches Övre Hagadammen sehr verbreitet ist, aber auch im Jämfälledammen hier und dort vorkommt, untersucht.

Die Glyceriabestände waren zum Teil vom Vieh abgeweidet, die weichen Blätter schwammen meistens auf der Oberfläche, und es waren keine dicht stehenden, über das Wasser ragenden Pflanzenstengel vorhanden. Das Wasser konnte somit von der Sonne belichtet und durchwärmt werden. Da *Glyceria* meistens nicht gleichmässig verteilt ist, sondern — einzeln oder in kleinen Gruppen — unregelmässig zerstreut wächst, kamen auch da, wo die Bestände verhältnismässig dicht waren, immer kleinere oder grössere Lücken oder Öffnungen vor. Zum Teil waren diese nur ein oder wenige dm<sup>2</sup>, zum Teil aber auch mehrere m<sup>2</sup> gross.

Im Teiche Ö. Hagadammen läuft mitten durch ein solches, ziemlich umfangreiches Glyceriagebiet ein tieferer (pflanzenfreier) Graben zum nördlichen Ablassmönch. Am 7. VII 1918 wurde zunächst in dem freien Wasser dieses Grabens



gefischt. Hierbei wurde ein typisches Teichplankton erhalten, das sich aus folgenden Formen zusammensetzte: *Bosmina obtusirostris*, *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia* sp., *Polyphemus pediculus*, *Cyclops* sp. und *Corethralarven*. *Bosmina* war die zahlreichste Form, aber auch *Daphnia* war stark vertreten und *Ceriodaphnia* und *Polyphemus* ziemlich häufig. Die zweite Probe wurde in einer nicht allzu kleinen Lücke der Glyceriavegetation genommen. Wassertiefe etwa 4 dm. Die Zusammensetzung des Zooplanktons war wesentlich dieselbe wie im Graben, es wurde aber hier auch *Diaphanosoma brachyurum* gesehen. Sodann wurde das Netz durch die Glyceriavegetation des ganz seichten Uferwassers gezogen. Abgesehen von typischen Vegetations- und Bodenformen war *Bosmina obtusirostris* auch hier die zahlreichste Form, *Ceriodaphnia* sp. die demnächst wichtigste. *Polyphemus* wurde nur spärlich, *Daphnia* nur in ganz vereinzelt Exemplaren gesehen.

Am 17. VII wurde an einer anderen Stelle desselben Teiches in einer einige m<sup>2</sup> grossen Öffnung der Glyceriavegetation in 2,5—3 dm tiefem Wasser gefischt. *Bosmina obtusirostris* und *B. longirostris* waren die zahlreichsten Formen, *Polyphemus* und *Scapholeberis* ziemlich häufig. Es wurden ferner noch *Diaphanosoma brachyurum*, *Cyclops* sp. und (ganz vereinzelt) *Ceriodaphnia* sp. und *Diaptomus* sp. notiert<sup>1</sup>. Die Planktonmenge war gering.

Danach wurde eine Probe an einer etwas tieferen Stelle genommen. Hier war schon eine grosse, mit der eigentlichen Planktonregion direkt zusammenhängende freie Wasserfläche vorhanden, es kamen aber dennoch zerstreute kleine Glyceriagruppen vor. Die Planktonmenge war beträchtlich und setzte sich hauptsächlich aus *Daphnia longispina* und *Bosmina obtusirostris* zusammen. Sehr spärlich wurden *Polyphemus*, *Ceriodaphnia* und *Chydorus* angetroffen.

In der Glyceriavegetation einer Bucht des Teiches Jämfälledammen wurde am 16. VII eine ähnliche Untersuchung, wie die erwähnten, vorgenommen. In ganz winzigen (ein bis wenige dm<sup>2</sup>), dicht am Ufer gelegenen Öffnungen der Vegetation war *Polyphemus* die vorwiegende Form, *Scapholeberis* ausserdem noch stark, *B. obtusirostris* vielleicht etwas schwächer vertreten. In ähnlichen, zum Teil etwas grösseren, ein bischen weiter vom Ufer entfernten Lücken kam *B. obtusirostris* massenhaft, *Polyphemus* und *Scapholeberis* spärlicher vor.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen können wir folgende Schlüsse ziehen:

1) Von den für die Anebodateiche wichtigeren Planktontieren, kommen die meisten nicht nur dort, wo grössere zusammenhängende freie Wasserflächen vorhanden sind, vor, sondern auch wenigstens in solchen Vegetationsgebieten, in welchen die Pflanzen nicht eine kompakte Masse bilden, sondern einen genügenden Schwimmraum zwischen sich lassen und einer ausgiebigen Belichtung des Wassers nicht im Wege stehen.

2) *Bosmina obtusirostris* und *Polyphemus* scheinen ebenso gut im eigentlichen Teichplankton wie in solchen Vegetationsgebieten zu gedeihen, während (in oligo-

<sup>1</sup> Da die Untersuchung der Proben direkt am Teiche mit einer Loupe vorgenommen wurde, war eine Speziesbestimmung nicht immer möglich.

trophen Teichen!) *Bosmina longirostris*, die *Ceriodaphnien* und *Scapholeberis* eben in den letzteren ihren Hauptsitz haben dürften und von da aus bei stärkerer Vermehrung — oder zur Nachtzeit — in die Planktonregion ausschwärmen.

3) Wie sich *Diaphanosoma* in der fraglichen Hinsicht verhält, lässt sich auf Grund meiner Beobachtungen nicht sicher ermitteln. Da diese Form die einzige Teichplanktoncladocere ist, die zugleich auch in dem Plankton grösserer Seen der Anebodagegend eine erhebliche Rolle spielen kann, könnte man vermuten, dass sie in Teichen die seichter Vegetationsgebiete vermeide. Im Juli 1918 scheint aber *Diaphanosoma* im Teiche Övre Hagadammen wenigstens in den etwas grösseren Lücken der Glyceriavegetation häufiger als im eigentlichen Plankton, wo sie nur sehr vereinzelt gesehen wurde, gewesen zu sein, und in der oben genannten Arbeit von STEUER wird sie sogar zu den tychopelagischen Formen, die in der Nacht häufiger als am Tage im Teichplankton auftreten, gezählt.

4) Das einzige der wichtigeren (oligotrophen) Teichplanktontiere, das deutlich eine etwas grössere zusammenhängende freie Wassermasse zu verlangen scheint, ist *Daphnia longispina*.

Es fällt ausser den Rahmen dieser Arbeit näher auf die Faktoren, welche die horizontale Verteilung der Teichplanktontiere bedingen, einzugehen, es sei aber dennoch kurz bemerkt, dass meine bisherigen Befunde dafür sprechen, dass hierbei vor allem die Wellenbewegung und die Belichtungsverhältnisse, vermutlich aber auch die Ernährungsbedingungen und die Konkurrenz der einzelnen Spezies untereinander eine grosse Rolle spielen.

### Die vertikale Verteilung.

Trotzdem dass es sich hier um ganz seichte Wasserobjekte handelt, ist auch die vertikale Verteilung der Planktontiere eine überaus ungleichmässige und wechselnde. Dies geht am besten aus folgender Zusammenstellung hervor<sup>1</sup>:

| Name des Teiches      | Dato    | Wassertiefe in<br>m | Fangplatz |   | Tageszeit   |
|-----------------------|---------|---------------------|-----------|---|-------------|
|                       |         |                     | 1         | 4 |             |
| Nedre Sægdammen ..... | 7. VII  | 0                   | 5         | — | 4 U. nm.    |
|                       |         | 0,5                 | 7         | — |             |
|                       | 19. VII | 0                   | 16        | — | 8 U. vm.    |
|                       |         | 0,5                 | 4         | — |             |
| Övre Hagadammen ..... | 17. VII | 0                   | 12        | — | 4,30 U. nm. |
|                       |         | 0,5—1               | 3,5       | — |             |
|                       | 18. VII | 0                   | 9         | — | 6,30 U. nm. |
|                       |         | 0,75—1              | 4,5       | — |             |
|                       | 4. VIII | 0                   | 3,5       | — | 4,30 U. nm. |
|                       |         | 0,5—1               | 7,5       | — |             |

<sup>1</sup> Die Ziffern der unter »Fangplatz« stehenden Kolumnen geben an, wie viele ccm Plankton jedesmal in 10 Netzzügen erbeutet wurden.

| Name des Teiches     | Dato     | Wasser-<br>tiefe in<br>m | Fangplatz |    | Tageszeit           |
|----------------------|----------|--------------------------|-----------|----|---------------------|
|                      |          |                          | 1         | 4  |                     |
| Jämfälledammen ..... | 16. VII  | 0                        | 7         | —  | 6,30 U. nm.         |
|                      |          | 1                        | 11,5      | —  |                     |
|                      | 13. VIII | 0                        | 14        | —  | 10,30 U. nm.        |
|                      |          | 1—1,25                   | 10        | —  |                     |
|                      | 15. VIII | 0                        | 7,5       | 10 | 4,30—5,30<br>U. nm. |
|                      |          | 0,5—0,75                 | 22        | 5  |                     |
|                      |          | 1—1,25                   | 24        | —  |                     |
|                      | 23. VIII | 0                        | 14,5      | —  | 3,45 U. nm.         |
|                      |          | 1—1,5                    | 22        | —  |                     |

*Daphnia longispina* kommt in allen Wasserschichten vor und ist bald (vermutlich vornehmlich am Morgen) an der Oberfläche, bald (vermutlich vornehmlich am Nachmittag) in der Tiefe stärker angehäuft.

*Polyphemus* und *Scapholeberis* sind wenigstens am Tage exklusive Oberflächenformen. Wie diese Arten sich in der Nacht verhalten, lässt sich auf Grund des mir zu Gebote stehenden Materials nicht sicher ermitteln.

*Ceriodaphnia quadrangula* bevorzugt in den Anebodeteichen deutlich die tieferen Wasserschichten.

Die vertikale Verteilung von *Bosmina obtusirostris* soll etwas ausführlicher besprochen werden. Im Teiche Jämfälledammen, wo diese Art den ganzen Sommer hindurch die Hauptmasse des Planktons ausmachte, finden wir am Fangplatz 1 am Nachmittag immer eine erheblich grössere Planktonmenge in der Tiefe, als an der Oberfläche. Da bei den Nachtfängen am 13. VIII eine umgekehrte Schichtung des Planktons festgestellt wurde, hat es den Anschein, als ob die Hauptmasse der Individuen (aber lange nicht alle) von *B. obtusirostris* am Tage (oder Nachmittag) in den tieferen Wasserschichten, in der Nacht aber an der Oberfläche sich aufhalten würde. Dass am 15. VIII (am Nachmittag) am Fangplatz 4 im Jämfälledammen an der Oberfläche eine etwa doppelt so grosse Planktonquantität wie in der Tiefe gefangen wurde, steht dieser Annahme nicht entgegen. Denn eben in diesem Falle war *B. obtusirostris* nicht dominierend, da die typische Oberflächenform *Polyphemus pediculus* (an der Oberfläche) volumetrisch eine grössere Rolle spielte.

Für die genannte Regel bedenklicher sind die Befunde aus dem Teiche Övre Hagadammen. Dass die Planktonmenge am 18. VII an der Oberfläche etwa doppelt so gross wie in der Tiefe war, und dass *B. obtusirostris* eben an der Oberfläche vorherrschte, in der Tiefe aber viel spärlicher vorkam, lässt sich noch prinzipiell mit der Regel in Einklang bringen. Denn einerseits wurden die Proben an diesem Tage ziemlich spät am Nachmittag (6,30 Uhr) genommen und andererseits regnete es bei dieser Gelegenheit, weshalb die Belichtung des Wassers nur eine schwache war. In deutlichem Widerspruch mit der Regel steht aber die Tatsache, dass *B. obtusirostris* am 17. VII um 4,30 Uhr Nachmittags und bei direkter Sonnenbelichtung in



viel grösserer Menge an der Oberfläche als in der Tiefe vorkam. Es war nämlich nicht nur die totale Planktonquantität an der Oberfläche nahezu vier Mal so gross wie in der Tiefe, sondern *B. obtusirostris* spielte dort auch prozentisch eine grössere Rolle. Es sei hier noch daran erinnert, dass diese Art im Teiche Jämfälledammen am 16. VII — und zwar bei heller Sonnenbelichtung am Mittag — massenhaft in dem seichten Uferwasser gefunden wurde. Die schon längst bekannten täglichen vertikalen Wanderungen vieler Planktontiere sind öfters als eine wenigstens hauptsächlich phototaktische Erscheinung betrachtet worden<sup>1</sup>. Ich will zwar gar nicht in Abrede stellen, dass die Belichtungsverhältnisse hierbei von sehr grosser Bedeutung sind, es scheint mir aber, dass die oben angeführten Tatsachen doch dafür sprechen, dass der in jedem einzelnen Falle wirklich realisierte Verteilungsmodus das Resultat von mehreren, zum Teil einander entgegenwirkenden Faktoren ist. Zum Teil sind diese vielleicht ganz unkontrollierbar, es kommen aber vermutlich auch für die vertikale Verteilung alle die Faktoren in Betracht, die schon bei Besprechung der horizontalen Verteilung erwähnt wurden.

Das Ergebnis der in diesem Abschnitt besprochenen Beobachtungen ist, dass das oligotrophe Teichzooplankton sowohl horizontal wie vertikal ausserordentlich ungleichmässig verteilt ist. Die Faktoren welche diese Verteilung bedingen sind nur ganz oberflächlich gestreift worden. Nach hinreichender Komplettierung meines diesbezüglichen Beobachtungsmaterials, hoffe ich aber in einer späteren Arbeit auf diese interessanten Fragen zurückkommen zu können.

## Über die Bedeutung des Planktons bei Teichbonitierungen.

Es mag vielleicht unnütz erscheinen, die so viel diskutierte Frage der Bonitierung von Teichen auf Grund des Planktongehaltes wieder von neuem aufzunehmen, ich habe es aber dennoch getan, weil meine Untersuchungsergebnisse dafür zu sprechen scheinen, dass bei solchen Bonitierungen das Feststellen des qualitativen Planktoncharakters viel wichtiger als die quantitative Bestimmung des Planktongehaltes ist. WALTER unterschied zwischen »Nahrungsuntersuchungen» und »Bonitierungen». WUNDSCH (114) spricht sich hierüber folgendermassen aus. »Bei einer Nahrungsuntersuchung handelt es sich lediglich darum, festzustellen, wieweit direkte Fischnahrung

---

<sup>1</sup> Ich verweise auf die vorzügliche Arbeit von RUTTNER »Die Verteilung des Planktons in Süsswasserseen» (65), wo auch die einschlägige Literatur ausführlich besprochen wird. In einer soeben erschienenen Arbeit kommt NAUMANN (55) auf Grund experimenteller Untersuchungen zu der Auffassung, dass die Phototaxis zwar von grundlegender Bedeutung für die Verteilung des Teichplanktons sei, dass sie aber dennoch von geotaktischen und reotaktischen Reizfaktoren wesentlich modifiziert werde. Im Gegensatz zu diesen Auffassungen steht diejenige von DIEFFENBACH und SACHSE, welche die Verteilung wenigstens der Teichrotatorien vor allem mit verschiedenen der Ernährungsbedingungen in verschiedenen Wasserschichten in Zusammenhang bringen wollten.

zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem bestimmten Gewässer vorhanden ist, d. h. um die Frage, ob der Fischbestand, dessen Grösse man annähernd kennen muss, noch ausreichend ernährt ist, oder nicht. Bei der Bonitierung dagegen handelt es sich um einen Vergleich des betreffenden Gewässers mit anderen derselben Art, um eine vom Spezialfall unabhängige Feststellung des wirtschaftlichen Wertes, gemessen an der Ertragsmöglichkeit.» WALTER erwartete von einer allgemeinen Anwendung seiner auf ein ungefähres Feststellen des Zooplanktongehaltes der Teiche auslaufenden Methode in beiden den genannten Hinsichten für die teichwirtschaftliche Praxis sehr grosse Vorteile.

Ehe ich auf die Brauchbarkeit der Walter'schen Methode näher eingehe, möchte ich über den praktischen Sinn solcher Nahrungsuntersuchungen und Bonitierungen überhaupt, sowie über die Anforderungen, welche vom praktischen Standpunkte aus an die Methode gestellt werden müssen, einige Worte sagen.

Bonitierungen im oben genannten Sinne kommen offenbar dann in Betracht, wenn es gilt, bisher unbekannte Teichanlagen zu kaufen oder zu pachten oder auch die Berechtigung von Ersatzansprüchen zu prüfen. In solchen Fällen wäre es selbstverständlich von grosser Bedeutung eine Methode zu haben, nach der die durchschnittliche Produktivität der einzelnen Teichobjekte sich annähernd bestimmen liesse. Es leuchtet ein, dass eine für solche Zwecke taugliche Methode so beschaffen sein muss, dass sie, bei ein- oder höchstens zweimaliger Besichtigung der Teiche verwendet, zum Ziele führt. Eine Methode, die einen monatelangen Aufenthalt an den Teichen voraussetzt, ist für direkt praktische Zwecke unbrauchbar.

Die Vorteile der »Nahrungsuntersuchungen« sucht WALTER mit folgendem Beispiel zu beleuchten: »Es ist ja bekannt, dass selbst in ein und demselben Teiche die Erträge innerhalb verschiedener Jahre beträchtlich schwanken. So haben z. B. die beiden vergangenen Jahre in Folge ihrer Dürre den Durchschnittsertrag vieler Teiche erheblich herabgedrückt. In derartig ungünstigen Jahren oder bei einem zufälligen oder absichtlichen zu starken Besatz würden uns nun periodische Nahrungsuntersuchungen ein vortreffliches Korrektivmittel an die Hand geben. Von dem Zeitpunkte an nämlich, in welchem wir konstatieren könnten, dass die Nahrung im Teiche aufgezehrt sei — und dieser Zeitpunkt tritt, wie wir später sehen werden, in schlechten Teichen sehr früh, in übersetzten Teichen schon Mitte Juni ein, wenn also noch nicht einmal die erste Hälfte der sommerlichen Wachstumsperiode beendet ist — könnten wir anfangen, künstlich zu füttern, oder wir könnten die Fische in einen Teich übersetzen, welcher nach unseren Untersuchungen noch einen Ueberschuss an Nahrung birgt, kurz wir könnten auf die eine oder die andere Weise dem konstatierten Mangel abhelfen«. Wir können dieses Beispiel zum Ausgangspunkt unserer Besprechung der praktischen Bedeutung von Nahrungsuntersuchungen nehmen. Was nun zunächst die dürrer Jahre betrifft, so sind eben sie meistens — wegen der in der Regel hohen Temperatur — die für die Fischproduktion günstigsten, vorausgesetzt, dass der Wasserstand — zufolge ungenügendem Wasserzufluss und grossen Sickerungsverlusten — nicht allzu viel sinkt. Nicht sehr beträchtliche Areal-



verminderungen pflegen meistens durch die günstigeren Entwicklungsbedingungen der Wasserfauna reichlich kompensiert werden. Es kommt aber in der Tat auch oft vor, dass Teiche in dürrn Sommern sehr bedenklich an Areal einbüßen, und dann haben wir auch mit Nahrungsmangel infolge Überbesetzung zu rechnen. Wir brauchen aber meistens keine besondere Nahrungsuntersuchung vorzunehmen um hierüber ins klare zu kommen. Denn wir können schon aus der beträchtlichen Arealverminderung schliessen, dass die Teiche, wenn sie im Frühjahr einen für das normale Teichareal berechneten Besatz erhalten hatten, übersetzt sein müssen, und ausserdem können wir vielfach auch durch Probefischungen annähernd ermitteln, wie es mit dem Abwachs geht. Hält sich der Wasserstand normal, und haben die Teiche im Frühjahr einen ihrer durchschnittlichen Produktivität entsprechenden Besatz erhalten, dann wird der Fischzuwachs wohl in erster Linie von den Temperaturverhältnissen des betreffenden Sommers abhängen. Sind diese ungünstig, dann würden wir uns aber kaum für eine von vornherein nicht vorgesehene Fütterung entschliessen können, noch weniger mitten im Sommer zur Abfischung eines gut bespannten Teiches schreiten. Aus den angeführten Gründen kann ich die praktische Bedeutung auch von in zugleich zuverlässiger und einfacher Weise auszuführenden »Nahrungsuntersuchungen« nicht sehr hoch veranschlagen, gestehe aber gern, dass solche doch unter Umständen gute Dienste beisten könnten.

Indem wir die »Nahrungsuntersuchungen« beiseite lassen, fragt es sich nun, inwieweit wir das Plankton für wirkliche, schnell auszuführende Bonitierungen verwenden können. Hierbei können wir uns zwei Möglichkeiten denken: Die Bonität der Teiche wird entweder nach der Planktonquantität oder nach der Planktonqualität bestimmt. Um über die Brauchbarkeit dieser beiden Verfahren ins Klare zu kommen, lässt es sich nicht vermeiden von der eben aufgestellten Anforderung an eine praktische Bonitierungsmethode, der schnellen Ausführbarkeit, zunächst wieder abzusehen, und die Beziehungen zwischen Plankton und Fischproduktion überhaupt etwas eingehender zu besprechen.

Wie vorher erwähnt, haben bisher hauptsächlich nur die quantitativen Planktonbonitierungen Berücksichtigung gefunden, und diesen Weg schlug vor allem auch WALTER (99, 100) ein, da er den Praktikern eine einfache Methode an die Hand geben wollte, selbst biologische Teichbonitierungen auszuführen. Bekanntlich sprach sich auch ZACHARIAS vielfach sehr energisch in demselben Sinne aus. Auch SCHIEMENZ, der bekanntlich sonst nicht viel Vertrauen für die Planktonbonitierungen geäussert hat, betont ausdrücklich (70), dass da, wo solche in Betracht kommen sollen, nur die Menge nicht aber die Zusammensetzung des Planktons von Bedeutung sei: »Jedenfalls käme es bei dieser Art der Bonitierung garnicht mehr auf die einzelnen Arten des Auftriebes an, sondern lediglich auf die Menge, und die Aufzählung der einzelnen Arten hätte auch hier keinen Zweck, sondern lediglich die Zahl der Kubikcentimeter der zu vergleichenden Menge würde uns interessieren«. Schon die grundlegende Arbeit SUSTAS (90), noch deutlicher aber die späteren Untersuchungen von SCHIEMENZ (70, 71) zeigten indessen, dass dem Plankton eine viel



geringere Bedeutung als Karpfennahrung als der Ufer- und Bodenfauna zukommt. Nicht nur ziehen die Karpfen die Bodenfauna entschieden dem Plankton vor, sondern es soll nach SCHIEMENZ eine beträchtlichere Planktonmenge meistens auch nur im Frühsommer vorkommen. Inwieweit diese letztere Angabe für eutrophe Teiche Geltung hat, wage ich nicht zu entscheiden, für die oligotrophen Teiche in Aneboda sind sie jedenfalls nicht zutreffend. Denn in diesen Teichen kommen zwar im Laufe des Sommers beträchtliche Schwankungen der Zooplanktonquantität — nur das Zooplankton kommt eigentlich hier in Betracht — vor, nicht aber als Regel zuerst ein grosses Frühsommermaximum, dann eine allmähliche Abnahme der Planktonmenge. Dies geht aus folgenden Angaben klar hervor: Wenn wir das mittlere Rohvolumen von allen in Juni, Juli und August 1918 in den Anebodateichen genommenen Planktonproben (die alle 10 etwa gleich lange Netzzüge repräsentieren) ausrechnen, bekommen wir folgende Zahlen: Juni (20 Proben) 12,25 ccm, Juli (22 Proben) 11,2 ccm, August (25 Proben) 11,8 ccm. Die Differenzen zwischen diesen Mittelwerten fallen ganz innerhalb der Fehlergrenzen, und es machte sich im genannten Sommer also keine Abnahme der Planktonquantität bemerkbar. Wenn wir noch berücksichtigen, dass die hohe Zahl für den Juni bis auf 7,6 ccm herabsinkt, wenn wir die ganz kolossale — offensichtlich auf eine enorme lokale Anhäufung von *Bosmina obtusirostris* beruhende — Planktonmenge einer einzigen der 20 Juniproben weglassen, sprechen die genannten Angaben am ehesten für eine Steigerung der Planktonmenge gegen den Spätsommer hin. Dass eine solche Steigerung eine allgemeingültige Regel wäre, glaube ich indessen auch nicht. Bei den im Sommer 1910 in den Teichen N. Sägdammen, Ö. Sägdammen und N. Hållsdammen vorgenommenen Rohvolumenbestimmungen wurden folgende Mittelwerte (ccm Plankton pro cbm Wasser) erhalten<sup>1</sup>: Juni 69, Juli 117, August 57. Auch wenn das ermittelte durchschnittliche Planktonvolumen im August etwas geringer als im Juni war, war die Differenz doch nicht so gross, dass von einem erheblichen Nachlassen der Planktonproduktion im Spätsommer (im Verhältnis zum Frühsommer) die Rede sein könnte. Und an sich ist 57 ccm (beinahe rein tierisches) Plankton pro cbm Wasser noch eine ganz beträchtliche Menge. Erst beim Eintreten der kalten Witterung im Herbst (meistens Ende August oder Anfang September) sinkt die Planktonquantität plötzlich bis nahe an den Nullpunkt herab.

Auch die Bedeutung des Planktons als Karpfennahrung dürfte in verschiedenartigen Teichen sehr verschieden sein. Wo — wie vermutlich in den meisten eutrophen Teichen — die Bodenfauna stark vertreten ist, da scheint es mir wahrscheinlich, dass das Plankton nur eine ganz nebensächliche Rolle spielt, wo aber — was wiederum für die meisten oligotrophen Teiche zutreffen dürfte — die Bodenfauna mehr oder weniger arm, das Zooplankton aber vielfach (humusbrauner

<sup>1</sup> Bei der Ausrechnung dieser Mittelwerte ist die erste Volummessung im Juni weggelassen worden, weil das Wasser bei dieser Gelegenheit nur an einer einzigen Stelle im Teiche geschöpft wurde. Bei allen übrigen Volumbestimmungen, die resp. am 23. VI, 15. VII und 15. VIII ausgeführt wurden, wurde das Wasser immer an mehreren verschiedenen Stellen geschöpft.

Subtypus) gut entwickelt ist, da müssen sich auch die Karpfen zu nicht unwesentlichem Teil vom Plankton ernähren. In den Teichen in Aneboda habe ich immer im Sommer beobachten können wie viele 2-sömrig (d. h. im Frühjahr als einsömrig eingesetzt) Karpfen deutlich Plankton fressend in den oberen Wasserschichten schwimmen<sup>1</sup>. Bei den wenigen von mir an grösseren Karpfen ausgeführten Darminhaltuntersuchungen, war zwar die Bodenfauna überwiegend, es spielte aber immerhin auch die Planktoncladoceren eine nicht unerhebliche Rolle. Es mag sein, dass das Plankton der Anebodateiche für die Karpfen nur eine »Notnahrung« (SCHIEMENZ) darstellt, es zeigen meine direkten Beobachtungen doch deutlich genug, dass es in diesen Teichen nicht unwesentlich zur Ernährung des Karpfens beiträgt. Schwankungen des Planktongehaltes dürften in solchen Teichen deshalb auch den Fischzuwachs erheblich beeinflussen können. Wenn ich SCHIEMENZ dennoch darin beistimmen muss, dass man Teiche nicht nach ihrem Zooplanktongehalte bonitieren kann, beruht dies in erster Linie darauf, dass eine solche Proportionalität zwischen Zooplanktonproduktion und Entwicklung der gesamten Teichfauna, worauf WALTER seine Bonitierungsverfahren wesentlich gründete, als allgemeingültige Regel nicht zu bestehen scheint.

Zwar lässt sich nicht leugnen, dass besonders die zahlreichen in Zusammenhang mit den Teichdüngungsversuchen in Wielenbach und Sachsenhausen (vergl. HOFER 27, DEMOLLE 14, PAULY 62) ausgeführten Bestimmungen des Planktonrohvolumens zeigen, dass eine Parallelität von Planktonproduktion und Fischzuwachs bestehen kann und vermutlich auch sehr oft besteht, namentlich wenn wir Teiche, die auf nicht allzu verschiedenen Eutrophiestufen stehen, mit einander vergleichen und ausserdem noch mit für eine grössere Zahl von Teichen ermittelten Durchschnittswerten operieren. Vergleichen wir aber Teiche, die zu ganz verschiedenen Gewässertypen gehören, so scheint die Parallelität zwischen Zooplanktonproduktion und Produktivität überhaupt ganz aufgehoben zu sein, und auch wenn wir uns zu ein und demselben Gewässertypus halten, stossen wir gar zu oft auf Ausnahmen von der Regel, als dass wir zu einem auf diese sich gründenden Bonitierungsverfahren Vertrauen haben könnten.

Dass SCHIEMENZ bei Teichbonitierungen das Hauptgewicht auf die Ufer- und Bodenfauna legen wollte, geschah hauptsächlich deswegen, weil seine Darminhaltun-

---

<sup>1</sup> Sonderbarerweise habe ich nicht die einsömrigen (als Brut eingesetzten) Karpfen auf diese Weise in dem freien Wasser umherschwimmend gesehen. Meine bisherigen Beobachtungen deuten vielmehr daraufhin, dass in den Anebodateichen die Karpfen im ersten Sommer viel weniger als im zweiten das eigentliche Plankton verwerten. Die Nahrung der in ziemlich grosser Zahl, z. Teil von G. SCHNEIDER (73), z. T. von mir selbst, untersuchten Karpfenbrut setzt sich in Aneboda schon auf einem sehr frühen Stadium zum erheblichen Teil aus ganz kleinen Chironomidenlarven zusammen. Doch sind auch die Cladoceren von grosser Bedeutung, sie werden aber offenbar hauptsächlich — vielleicht sogar beinahe ausschliesslich — in den seichten Vegetationsgebieten gefangen, nicht aber im freien Wasser. Auch aus den Untersuchungen von SCHIEMENZ geht hervor, dass die Karpfenbrut schon sehr früh anfängt Chironomidenlarven zu fressen. Es sei hier ferner an die Bemerkung SUSTAS »dass das Alter des Karpfens nicht besonders für die Feinheit und Beschaffenheit der Nahrung entscheidend ist«, erinnert.



tersuchungen gezeigt hatten, dass die Karpfen sich vornehmlich von Ufer- und Bodentieren ernähren. Der Walter'sche Satz von der Proportionalität zwischen tierischem Plankton und Gesamtfauuna wurde von ihm — namentlich in denjenigen Publikationen, die mir zugänglich gewesen sind — zwar beiläufig angezweifelt jedoch nicht eingehend besprochen. In seiner vorzüglichen Arbeit über die Ufer- und Bodenfauuna der Teiche der Versuchsstation Sachsenhausen (115) sagt WUNDSCH ausdrücklich, dass er das eigentliche Bonitierungsproblem nicht erörtern will, spricht sich aber dennoch über den Walter'schen Satz folgendermassen aus:

»Wir müssen nämlich berücksichtigen, dass der Satz von der direkten Proportionalität zwischen Plankton und Gesamtnährstoff nicht kausal gilt im Sinne gegenseitiger Bedingtheit, sondern nur im Sinne gemeinsamer Abhängigkeit von demselben Faktor.« Da nun auch diese Ansicht kaum mit meinen oben gemachten Behauptungen ganz in Einklang zu bringen ist, erscheint es mir angebracht, diese durch einige Belege zu stützen.

In den Abschnitten, in welchen wir uns mit der Charakteristik des oligotrophen und eutrophen Teichzooplanktons beschäftigten, wurde schon erwähnt, dass die Zooplanktonmenge in stärker eutrophen (pleio-eutrophen) Teichen meistens schwach entwickelt zu sein scheint, und dass anderseits oligotrophe Teiche des humusbraunen Subtypus vielfach eine ausserordentlich grosse Zooplanktonproduktion aufweisen können. Auch wenn ich die eutrophen Teiche der Umgebung von Lund nur ein- bzw. zweimal im Frühsommer 1920 besuchte, kann es doch nicht nur ein Zufall gewesen sein, dass in keinem von den 11 Teichen ein quantitativ beträchtliches Zooplankton vorhanden war<sup>1</sup>, und dass in einigen derselben nur eine ganz minimale Zooplanktonmenge erbeutet werden konnte. Anderseits haben wir gesehen, dass die Zooplanktonproduktion in oligotrophen Teichen sehr gross sein kann.

Zwar kenne ich weder den Fischzuwachs noch die Entwicklung der Bodenfauuna in den genannten eutrophen Teichen, es ist aber von oligotrophen und eutrophen Seen bekannt, dass in den ersteren das Zooplankton vielfach stark, das Phytoplankton und die Bodenfauuna aber schwach entwickelt sind, während anderseits in den eutrophen Seen das Phytoplankton über das Zooplankton überwiegt und die Bodenfauuna reich ist<sup>2</sup>. Auch zeichnen sich die eutrophen Seen vor den oligotrophen durch ihre viel grössere Fischproduktion aus. Es liegt nun keinen Grund vor anzunehmen, dass die eutrophen Teiche sich prinzipiell anders als die Seen verhalten würden, und wir können somit aus guten Gründen vermuten, dass in den phytoplanktonreichen, eutrophen Teichen in der Regel eine viel besser entwickelte Bodenfauuna — ganz besonders Chironomiden, Oligochæten und Mollusken — als in den oligotrophen vorhanden ist.

<sup>1</sup> In einigen dieser Fälle müssen wir doch annehmen, dass der Zooplanktongehalt durch den Fischbesatz erheblich reduziert war.

<sup>2</sup> Da es zu weit führen würde hier näher auf die Ursachen dieser eigentümlichen Verhältnisse einzugehen, verweise ich auf die diesbezüglichen bedeutsamen Arbeiten von NAUMANN (50, 52), die sehr wesentlich — und ganz besonders in Bezug auf die oligotrophen Gewässer — dazu beigetragen haben, die ernährungsphysiologischen Bedingungen sowohl des Zooplanktons wie auch der Bodenfauuna klarzulegen.



Es wurde erwähnt, dass auch in zu ein und demselben Gewässertypus gehörenden Teichen die Fischproduktion lange nicht konsequent der Zooplanktonproduktion parallel geht. Sehen wir z. B. die die Parallelitätsregel im grossen ganzen sehr günstigen Befunde aus Wielenbach etwas näher an, fallen uns sofort viele z. T. sogar nicht unbeträchtliche Abweichungen in die Augen. Im Jahre 1915 war in den ungedüngten Teichen die mittlere Planktonmenge 13,7 l pro 1000 cbm Wasser, der mittlere Fischzuwachs 135,2 kg. pro ha. Der Teich N:o 78 wies die höchste Planktonquantität (18,2 l) auf, in Bezug auf den Fischzuwachs zählte er aber zu den schlechteren (128,5 kg). Unter den mit Superphosphat und Kali gedüngten Teichen zeigten N:o 77 und 102 beide einen Planktongehalt von 18,2 l, der Fischzuwachs war aber in dem letztgenannten 339,5 kg, in dem erstgenannten dagegen nur 224 kg. In dem ungedüngten Teich N:o 78 war, wie eben erwähnt wurde, bei demselben Planktongehalt, der Fischzuwachs nur 128,5 kg.

In den Eriksdalteichen scheint die Zooplanktonproduktion viel geringer als in den Anebodateichen zu sein, der Fischzuwachs ist aber wenigstens ebenso gut.

Weitere Quellen der Unsicherheit bei Bonitierungen nach dem Zooplanktongehalt ergeben sich einerseits daraus, dass wir kaum den Einfluss der Fischbesetzung auf die Planktonmenge richtig einschätzen können, anderseits auch daraus, dass die Zooplanktonproduktion in ein und demselben Teich in verschiedenen Jahren sehr verschieden sein kann. In letztgenannter Hinsicht soll darauf hingewiesen, dass der Teich Jämfälledammen unter allen im Sommer 1918 untersuchten Anebodateichen in Bezug auf den Zooplanktongehalt die erste Stelle einnahm, im Sommer 1919, nach drei resp. am 16. VI und 7. VII gemachten Planktonfängen zu schliessen, dagegen nur ein sehr dürftiges Zooplankton aufwies.

Die angeführten Tatsachen dürften deutlich genug gezeigt haben, dass, auch wenn während längerer Zeit fortgeführte Planktonuntersuchungen zur Ausführung kommen, eine Schätzung der Produktivität einzelner Teiche auf Grund des Zooplanktongehaltes zu ganz falschen Schlüssen führen kann. Dies muss nun selbstverständlich in noch sehr viel höherem Masse der Fall sein, wenn die Bonitierung sich auf ein- oder wenigmaliger Bestimmung des Planktonrohvolumens basieren soll.

Wenn wir überhaupt quantitativ vorgehen sollen, würde es meines Erachtens viel besser sein das Phytoplankton als das Zooplankton quantitativ zu bestimmen. Denn, wie wir gesehen haben, dürfte die für den Karpfen so überaus wichtige Bodenfauna viel engere Beziehungen zum Phytoplankton als zum Zooplankton aufweisen. Ich glaube aber, dass es — abgesehen von vielen anderen zu berücksichtigenden Umständen, auf welche ich hier nicht eingehen kann — bei Teichbonitierungen vor allem darauf ankommen muss den allgemeinen ökologischen Typus des Teiches zu bestimmen, und hierbei spielt der qualitative Planktoncharakter eine sehr wichtige Rolle.

Unter den oligotrophen Teichen der kalkarmen Urgebirgsgegenden dürften in der Regel diejenigen mit farblosem Wasser weniger produktiv sein als solche, die ein humusbraunes Wasser haben, doch sehen wir hierbei von den auf typischem Hochmoorboden gelegenen ab. In kalkreicheren Flachlandsgegenden kommen indessen

Teiche vor, die ein farbloses, klares Wasser und ein überwiegend oligotrophes Plankton haben, dennoch aber offenbar eine ziemlich reiche Ufer- und Bodenfauna aufweisen (Beispiel: die Eriksdalteiche). Es hängt die Produktion an Ufer- und Bodentieren in solchen Fällen vermutlich mit einer günstigen Entwicklung der weichen Flora und des Aufwuchses zusammen<sup>1</sup>. Auch mit Rücksicht auf das Zooplankton scheinen solche Teiche einen etwas abweichenden Typus darzustellen, der gewissermassen an eutrophe Teiche erinnert. In Bezug auf den Fischzuwachs gehören sie vermutlich zu den besten innerhalb der oligotrophen Reihe.

Von eutrophen Teichen überhaupt können wir höhere Durchschnittserträge als von oligotrophen erwarten, doch wissen wir noch nicht welche Eutrophiestufe die für den Fischzuwachs günstigste ist.

Es ist nicht meine Absicht gewesen, die Walter'sche Bonitierungsverfahren durch eine andere, allein genügende zu ersetzen, sondern ich habe nur gemeint, die Art und Weise, auf welche meiner Meinung nach das Plankton bei Teichbonitierungen in erster Linie zu verwerten sei, hervorzuheben. Bei gewissenhaft auszuführenden Bonitierungen müssen noch viele andere Umstände (chemisch-physikalische und topographische Verhältnisse der Teiche selbst und deren nächster Umgebung, Bodenfauna, höhere Teichflora etc.) gleichzeitig berücksichtigt werden, und es können dabei auch quantitative Bestimmungen des Zooplanktongehaltes im Sinne Walters dem mit den allgemeinen Produktionsbedingungen verschiedenartiger Teiche vertrauten Limnologen vielfach gute Dienste leisten.

---

<sup>1</sup> Der Ausdruck »Aufwuchs«, womit die alle Gegenstände im Wasser überziehenden, aus Diatomeen und anderen Algen bestehenden Rasen sowie die in diesen vorkommenden kleinen Tierchen verstanden wird, geht auf SCHIEMENZ zurück, der auch zuerst die grosse Bedeutung dieser Lebensgemeinschaft im Haushalt der Gewässer erkannte. In Bezug auf diese Fragen verweise ich sonst auf die oben erwähnte Arbeit von WUNDSCH (115), in welcher auch die Literatur über die Ernährung der Ufer- und Bodentiere besprochen wird.

## Literaturverzeichnis.

1. AHLGREN, G., Är kalkbrist orsaken till de dåliga resultaten av karpövervintringarna i Aneboda. Skr. Södra Sveriges Fiskerif. 1918. Hft. 4.
2. ALEXANDER, TH., HÆMPEL, O. und NERESHEIMER, E., Teichdüngungsversuche. Ztschr. für das Landwirtsch. Versuchswesen in Österreich. 1915.
3. ALM, G., Monographie der schwedischen Süßwasserostracoden nebst systematischen Besprechungen der Tribus Podocopa. Zool. Bidrag fr. Uppsala. Bd. 4. 1915.
4. ALSTERBERG, G., Några synpunkter angående giftverkan av ammoniak och ammoniumföreningar gent emot sötvattenorganismer. Skr. Södra Sveriges Fiskerif. 1920. Hft. 4. Sonderabdr. mit deutschem Resumé.
5. AMBERG, O., Beiträge z. Biologie d. Katzenses. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich. Bd. 45. 1900.
6. APSTEIN, C., Das Süßwasserplankton. Kiel u. Leipzig. 1896.
7. BERGMAN, H., Några anteckningar om ett plankton och Daphnia magna. Skr. Södra Sveriges Fiskerif. 1920. Hft. 4. Sonderabdr. mit deutschem Resumé.
8. BIRGE, E. A., and JUDAY, CH., The Inland Lakes of Wisconsin. The dissolved Gases of the Water and their Biological Significance. Wisconsin Geological and Natural History Survey, Bull. No XXII. Madison. Wis. 1911.
9. BREHM, V., Zur Kenntnis der Mikrofauna des Franzensbader Torfmoordistriktes. Arch. f. Hydrob. u. Planktonkunde. Bd. 1. 1906.
- 9a. — u. ZEDERBAUER, E., Beobachtungen über das Plankton in den Seen der Ostalpen. Arch. f. Hydrob. u. Planktonkunde. Bd. 1. 1906.
10. BREHM, V., Die Fauna der Lunzerseen verglichen mit der der anderen Alpenseen. Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. VI. 1913/14.
11. BURCKHARDT, G., Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Revue Suisse de Zoologie. T. 7. 1899.
12. CHODAT, R., Etudes de Biologie lacustre. Bull. de l'Herb. Boissier. VI. Genève 1898.
13. CLAUS, C., Über die Wiederbelebung im Schlamm eingetrockneter Copepoden und Copepodeneier. Arb. Zool. Inst. Wien. Vol. 11. 1894.
14. DEMOLLE, R., Bericht über die Düngungsversuche in der Bayerischen Teichwirtschaftlichen Versuchsanstalt zu Wielenbach für die Jahre 1916—1918. Allg. Fischerei-Zeit. 1919.
15. DIEFFENBACH, H. u. SACHSE, R., Biologische Untersuchungen an Rädertieren in Teichgewässern. Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr. Biol. Suppl. 3. Ser. 1912.
16. EKMÄN, S., Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Copepoden der nordschwedischen Hochgebirge. Zool. Jahrb. Abt. Syst. Bd. 21. 1904.
17. —, Über d. Crustaceenplankton von Ekoln (Mälaren) und über verschiedene Kategorien von marinen Relikten in schwedischen Binnenseen. Zool. Stud. till. prof. T. Tullberg. Uppsala 1907.
18. FEHLMANN, J. W., Die Bedeutung des Sauerstoffes für die aquatile Fauna. Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Ges. Zürich. Bd. 62. 1917.



19. FORBES, S. A., A Preliminary Report on the Aquatic Invertebrate Fauna of the Yellowstone National Park, Wyoming, and of the Flathead Region of Montana. Bull. of the U. S. Fish Commission for 1891. 1893.
20. FOREL, F. A., Le Léman. Lausanne, F. Rouge. 1902.
21. FRIČ, A. und VÁVRA, V., Die Thierwelt des Unterpročernitzer und Gatterschlager Teiches. Arch. naturw. Landesdurchf. Böhmens. Bd. IX, N:o 2. 1894.
22. GRANVIK, H., En planktonfärgning från Knisa myr, Öland. Skr. Södra Sveriges Fiskerif. 1919. Hft. 4. Sonderabdr. mit deutschem Resumé.
23. HAGLUND, E., Redogörelse för en botanisk-torfgeologisk undersökning af fiskdammar å torvfjord vid fiskeriförsöksstationen i Aneboda. Skr. Södra Sveriges Fiskerif. N:o 8. 1911.
24. —, Redogörelse för en botanisk-torfgeologisk undersökning af Eriksdalsmossen. Skr. Södra Sveriges Fiskerif. N:o 10. 1912.
25. HARTWIG, W., Die niederen Crustaceen des Müggelsees und des Saaler Boddens während des Sommers 1897. Forschungsber. Biol. Stat. Plön. Teil. 7. 1899.
26. HACKER, V., Ueber die Fortpflanzung der limnetischen Copepoden des Titisees. Ber. naturf. Ges. Freiburg i Br. Bd. 12. 1902.
27. HOFER, B., Teichdüngungsversuche. Bericht über die Düngungsversuche in der Kgl. Bayer. Teichwirtschaftlichen Versuchsstation zu Wielenbach für das Jahr 1915. Allg. Fischerei-Zeit. 1916.
- 27 a. HUITFELDT-KAAS, H., Planktonundersøgelser i norske vande. Kristiania. 1906.
28. JUDAY, C., Limnological Studies on some Lakes in Central-Amerika. Transact. Wiscons. Acad. sc. Vol. XVIII. Part. 1. 1915.
29. KEILHACK, L., Zur Cladocerenfauna des Madüses in Pommern. Arch. Natg. 71. Bd. 1. 1905.
30. —, Zur Cladocerenfauna des Mark Brandenburg. Diss. Berlin. 1908.
31. KLEIBER, O., Die Tierwelt des Mooregebietes von Jungholz im südlichen Schwarzwald. Arch. Natg. Berlin. 77. Bd. 1. Suppl. H. 3. 1911.
32. KOLKWITZ, R. u. MARSSON, M., Ökologie d. pflanzlichen Saprobien. Ber. d. Bot. Ges. Bd. XXVI a. H. 7. 1908.
33. —, Ökologie d. tierischen Saprobien. Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. II. 1909.
34. LAMPERT, K., Das Leben der Binnengewässer. Leipzig. 1912.
35. LANGHANS, V., Planktonprobleme. Naturw. Zeitschr. Lotos. Bd. 57. 1909.
- 35 a. —, Biologie der litoralen Cladoceren. Unters. über die Fauna d. Hirschberger Grossteiches. I. Monogr. u. Abhandl. zur Intern. Rev. Bd. 3. 1911.
36. LAUTERBORN, R., Ueber Periodicität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischen Organismen des Rheines und seiner Altwasser. Zeitschr. f. Fischerei. 1893.
37. —, Ueber die zyklische Fortpflanzung limnetischer Rotatorien. Biol. Centralbl. Bd. 18. 1898.
38. LEMMERMANN, E., Das Plankton schwedischer Gewässer. Arkiv för Botanik. Bd. II. Stockholm 1904.
39. LEVANDER, K. M., Zur Kenntnis des Lebens in den Stehenden Kleingewässern auf den Skäreninseln. Acta Soc. pro fauna et flora fennica. XVIII. Helsingfors 1900.
40. —, Zur Kenntnis der Fauna und Flora Finnischer Binnenseen. Ibid. XIX. 1900.
41. —, Beiträge zur Kenntnis des Sees Valkea-Mustajärvi der Fischereiversuchsstation Evois. Ibid. 28. 1906.
42. LILLJEBORG, W., Cladocera Sueciæ. Nov. Act. Acad. Scient. Upsala. Ser. III. Vol. XIX. 1900.
43. —, Synopsis specierum hucusque in Suecia observatarum generis Cyclopis. K. Svenska Vet. Akad. Handl. V. 35. N:o 4. 1901.
44. LIST, TH., Beiträge zur Kenntnis des Planktons einiger Teiche in der Umgegend von Darmstadt. Zeitschr. f. Fischerei. Bd. 16. 1912.
45. —, Das Teichplankton in der Umgebung von Darmstadt nach ununterbrochenen Beobachtungen in den Jahren 1908 bis 1916. Zeitschr. f. Fischerei. Bd. XIX. Neue Folge Bd. III. 1917.
46. MARSH, C. D., The plankton of Lake Winnebago and Green Lake. Bull. Wiscons. Geol. Nat. Hist. Survey. No 12. Sc. series. 1903.

47. NAUMANN, E., Om en av *Trachelomonas volvocina* Ehrenb. förorsakad vegetationsfärgning. Botaniska Notiser. 1911. Lund. Mit deutschem Resumé.
48. —, Bidrag till kännedomen om vegetationsfärgningar i sötvatten. III. En avsevärd produktion av *Trachelomonas volvocina* Ehrenb. Ibid. 1913. Mit deutschem Resumé.
49. —, Beiträge zur Kenntnis des Teichnanoplanktons. Biol. Centralbl. I. Bd. XXXIV. 1914.
50. —, Undersökningar öfver fytoplankton och under den pelagiska regionen försiggående gyttje- och dybildningar inom vissa syd- och mellansvenska urbergsvatten. Mit Zusammenfassung in deutscher Sprache. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 56. N:o 6. 1917.
51. —, Undersökningar över fytoplanktonproduktionen i dammar vid Aneboda 1917. Sonderabdr. mit deutschem Resumé. Skr. Södra Sveriges Fiskerif. 1918.
52. —, Über die natürliche Nahrung des limnischen Zooplanktons. Ein Beitrag zur Kenntnis des Stoffhaushalts im Süßwasser. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd. 14. 1918.
53. —, Några synpunkter angående limnoplanktons ekologi med särskild hänsyn till fytoplankton. Sv. Bot. Tidskr. Bd. 13. 1919. Mit deutschem Resumé.
54. —, Beiträge zur Kenntnis des Teichnanoplanktons. III. Biol. Centralbl. Bd. 39. Nr 8. 1919.
55. —, Untersuchungen über das Verteilungsproblem des limnischen Biosestons. I. Die allgemeinen Verteilungsbedingungen des helophilen Biosestons. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd 61: 6. 1921.
56. —, Spezielle Untersuchungen über die Ernährungsbiologie des tierischen Limnoplanktons. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd. 17. Nr 4. 1921.
57. NORDQVIST, Osc., Södra Sveriges Fiskeriförening 1906—1911. Lund 1911.
58. —, Våra sjöars fiskavkastning. Statsvet. Tidskrift. Lund. 1918.
59. OLOFSSON, O., Studien über die Süßwasserfauna Spitzbergens. Beitrag zur Systematik, Biologie und Tiergeographie der Crustaceen und Rotatorien. Zool. Bidrag från Uppsala. Bd. 6. 1918.
60. OSTWALD, W., Zur Theorie des Planktons. Biol. Centralbl. Bd. 22. 1902.
61. —, Zur Theorie der Schwebevorgänge sowie der spec. Gewichtsbestimmungen schwebender Organismen. Arch. ges. Physiologie. Bd. 94. 1903.
62. PAULY, MARIA, Die Einwirkung von Mineraldüngung auf die planktonischen Lebewesen in Teichen. Zeitschr. f. Fischerei. N. F. Bd. IV. 1919.
63. REDKE, H. C., Plankton-Oenderzoekingen in het Zwanenwater bij Callandzoog. Nat. Verh. Holl. Maatsch. Wet. Haarlem. Deel. 5. 1903.
64. RUTNER, F., Über das Verhalten des Oberflächenplanktons zu verschiedenen Tageszeiten im Grossen Plöner See und in zwei nordböhmischem Teichen. Forschungsber. Biol. Stat. Plön Teil. XII. 1905.
65. —, Die Verteilung des Planktons in Süßwasserseen. Abderhaldens Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Forschung. Bd. X: H. 7. 1914.
66. RÜHE, F. E., Bemerkungen über das Vorkommen der *Bosmina obtusirostris* in Norddeutschland. Zool. Anz. Bd. XXXIV. 1909.
67. SARS, G. O., On some Freshwater Ostracoda and Copepoda raised from dried Australian mud. Forh. i Vidensk.-Selskab i Christiania 1889.
68. SCHÄDEL, A., Produzenten und Konsumenten im Teichplankton. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonk. Bd. 9. 1916.
69. SCHEFFELT, E., Die Copepoden und Cladoceren des südlichen Schwarzwaldes. Arch. f. Hydrob. u. Planktonk. Bd. 4. 1908.
70. SCHIEMENZ, P., Ueber den Wert des Auftriebes (Planktons) als Fischnahrung und zur Bonitierung von Karpfenteichen. Deutsche Fisch.-Zeit. 1905.
71. —, Teichwirtschaftliche Streitfragen. Ibid. 1911.
72. SCHMEIL, O., Deutschlands freilebende Süßwassercopepoden. Theil 1. Cyclopidae. Bibl. Zool. H. 11.
73. SCHNEIDER, G., Om fiskarnes val av föda och fisksjukdomar i trakten av Aneboda fiskeriförsöksstation. Skr. Södra Sveriges Fiskerif. N:o 2. 1907.
74. —, Der Obersee bei Reval. Berlin. 1908.
75. —, und VON ZUR MÜHLEN, M., Der See Wirzjerw in Livland. Biologie und Fischerei. Dorpat. 1920.



76. SCHORLER, THALLWITZ und SCHILLER, Pflanzen- und Tierwelt des Moritzburger Grossteiches bei Dresden. Ann. Biol. Lacustre. Bd. I. 1906.
77. SCHRÖDER, B., Das Pflanzenplankton preussischer Seen. In: Seligo, A., Untersuchungen in den Stuhmer Seen. Danzig 1900.
78. —, Untersuchungen über das Plankton des Mittleren und des Oberen Zarteteiches in der Kohlfurth Heide. Jahresb. d. Schles. Fischerei-Vereins 1915.
79. SELIGO, A., Untersuchungen in den Stuhmer Seen. Danzig. 1900.
80. —, Hydrobiologische Untersuchungen. Danzig. 1907.
81. STEINMANN, P. und SURBECK, G., Die Wirkung organischer Verunreinigungen auf die Fauna schweizerischer fließender Gewässer. Preisschrift der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft. Schw. Departement des Innern, Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei. Bern. 1918.
82. STENROOS, K. E., Die Cladoceren der Umgebung von Helsingfors. Acta Soc. fauna et flora fennica. Bd. 11. 1895.
83. —, Zur Kenntnis der Crustaceen-Fauna von Russisch-Karelien. Acta Soc. fauna et flora fennica. XV. 1897.
84. STEUER, A., Die Entomostrakenfauna der »alten Donau« bei Wien. Zool. Jahrb. Vol. 15 Abt. f. Syst. 1902.
85. —, Planktonkunde. Leipzig und Berlin. 1910.
86. STINGELIN, T., Die Familie der Holopedidæ. Revue Suisse de Zoologie. 1904.
87. STRODTMANN, S., Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süßwasserplanktons. Forschungsber. Biol. Stat. Plön. Theil 3. 1895.
88. —, Planktonuntersuchungen in holsteinischen und mecklenburgischen Seen. Forschungsber. Biol. Stat. Plön. Theil 4. 1896.
89. STROHL, Polyphemusbilogie, Cladocereneier und Kernplasmarelation. Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. 1. 1908.
90. SUSTA, J., Die Ernährung des Karpfens und seiner Teichgenossen. Stettin 1888.
91. THIENEMANN, A., Der Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers und der Zusammensetzung der Tiefenfauna unserer Seen. Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. VI. 1913/14.
- 91 a. —, Hydrobiologie als selbständige Wissenschaft und die Gründung einer Anstalt für die Hydrobiologie der Binnengewässer. Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr. VII. Biol. Suppl. 1914.
92. —, Physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel. Theil II. Verhandl. Naturh. Ver. d. preuss. Rheinlande und Westfalens. 71. Jahrg. 1914, 1915.
93. —, Biologische Seetypen und die Gründung einer Hydrobiologischen Anstalt am Bodensee. Arch. f. Hydrob. Bd. XII 1920.
94. TRYBOM, F., Sjöarna Noen och Hvalen i Jönköpings län. Medd. Kongl. Landtbruksstyrelsen. N:o 8. 1895. (N:o 26). Norrköping.
95. —, Sjön Nömmen i Jönköpings Län. Ibid. N:o 2. 1899 (N:o 50).
96. —, Bexhedasjön, Norrasjön och Näsbyssjön i Jönköpings Län. Ibid. N:o 9. 1901. (N:o 76).
97. VOLLMER, C., Zur Entwicklung der Cladoceren aus dem Dauerei. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 102. 1912.
98. WAGLER, E., Faunistische und biologische Studien an freischwimmenden Cladoceren Sachsens. Inaugural-Dissertation. Stuttgart. 1912.
99. WALTER, E., Ueber die Möglichkeit einer biologischen Bonitierung von Teichen. München 1895.
100. —, Eine praktisch-verwertbare Methode zur quantitativen Bestimmung des Teichplanktons. Forschungsber. Biol. Stat. Plön. Theil 3. 1895.
101. —, Die Fischerei als Nebenbetrieb des Landwirtes und Forstmannes. Neudamm. 1903.
102. WEISMANN, A., Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden. Leipzig. 1876—79.
103. WESENBERG-LUND, C., Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem spezifischen Gewicht des Süßwassers. Biol. Centralbl. Bd. 20. 1900.
104. —, Studier over de danske Søers Plankton. Kjøbenhavn. 1904.
105. —, A Comparative Study of the Lakes of Scotland and Denmark. Proc. Roy. Soc. Edin. Vol. XXV. 1905.
106. —, Plankton investigations of the danish lakes. General Part. Copenhagen 1908.



107. WESENBERG-LUND, Über pelagische Eier, Dauerzustände und Larvenstadien der pelagischen Region des Süßwassers. *Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr.* Bd. 2. 1909.
108. —, Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons. *Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr. Biol. Supp. I. Serie* 1910.
109. WOLF, E., Dauereier und Ruhezustände bei Copepoden. *Zool. Anz.* Bd. 27. 1903.
110. —, Die Fortpflanzungsverhältnisse unserer heimischen Copepoden. *Zool. Jahrb. Abt. Syst.* Bd. 22. 1905.
111. WOLTERECK, R., Über natürliche und künstliche Varietätenbildung bei Daphniden. *Verhandl. d. Deutsch. Zool. Ges.* 1908.
112. —, Weitere experimentelle Untersuchungen über Artveränderung, speziell über das Wesen quantitativer Artunterschiede bei Daphniden. *Ibid.* 1909.
113. —, Variation und Artbildung. Analytische und experimentelle Untersuchungen an pelagischen Daphniden und anderen Cladoceren. *Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr.* Bd IX. 1920.
114. WUNSCH, H. H., Besitzen wir eine für den Praktiker verwendbare Methode der biologischen Bonitierung von Fischgewässern. *Allg. Fischerei-Zeit.* 1917.
115. —, Studien über die Entwicklung der Ufer- und Boden-fauna. *Zeitschr. f. Fischerei.* N. F. Bd. IV. 1919.
116. ZACHARIAS, O., Zur Kenntnis der pelagischen und litoralen Fauna norddeutscher Seen. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* 45. 1887.
117. —, Quantitative Untersuchungen über das Limnoplankton. *Forschungsber. Biol. Stat. Plön.* Theil. 4. 1896.
118. —, Biologische Beobachtungen an den Versuchsteichen des Schles. Fischereivereins zu Trachenberg. *Forschungsber. Biol. Stat. Plön.* Theil 5. 1897.
119. —, Das Heleoplankton. *Zool. Anz.* Bd. 21. 1898.
120. —, Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer. *Forschungsber. Biol. Stat. Plön.* Theil 6. 1898.
121. —, Zur Kenntnis des Planktons sächsischer Fischteiche. *Ibid.* Theil. 7. 1899.
122. Biologische Charakteristik des Klinkerteiches zu Plön. *Ibid.* Theil X. 1903.
123. ZSCHOKKE, F., Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. *Neue Denkschr. allg. schweiz. Ges. Naturw.* V. 37. 1900.











KARTE ÜBER DIE TEICHWIRTSCHAFT BEI ANEBODA 1916.





LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 17. Nr 6.  
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 32. Nr 6.

---

# RÖNTGENOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG VON FELDSPAT

VON

ASSAR HADDING

---

MIT EINER TAFEL

---

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 3. November 1920 vorgelegt.

LUND 1921'  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Die Feldspate laden mehr als die meisten anderen Minerale zu Röntgen-Untersuchungen ein, teils weil sie an und für sich von besonders grossem Interesse sind, teils weil unter ihnen sich ein überaus geeignetes Studienmaterial auswählen lässt, das durch andere Untersuchungen, vor allem optische und chemische, wohl bekannt ist. Die vollkommene Spaltbarkeit in zwei Richtungen erleichtert auch Untersuchungen nach denjenigen Methoden, die orientierte Präparate erfordern. Die Dimorphie des Kalifeldspats sowie die isomorphen Reihen der Kalknatron- und Barytfeldspate stellen besondere Probleme für die Untersuchung. Dasselbe gilt auch von der Zwillings- und der Perthitbildung. Es liegt mir vollkommen fern, das Bild von der Struktur der Feldspate konstruieren zu suchen; bisher hat man sich damit begnügen müssen, die Struktur der am einfachsten gebauten Vereinigungen zu bestimmen, und es dürfte gewiss unmöglich sein, gegenwärtig sie an Mineralen mit der komplizierten Zusammensetzung der Feldspate zu ermitteln.

Über die allgemeinen Untersuchungen hinaus, die nach verschiedenen Methoden ausgeführt worden sind, hat der Verfasser ein neues Verfahren der Feldspatbestimmung erstrebt. Wie im folgenden nachgewiesen werden soll, kann man mit wechselndem Erfolg die eine oder die andere Methode wählen. Unter Beachtung der ausserordentlich wichtigen Rolle, die die Feldspate in den kristallinen Gesteinen spielen und ihrer grossen Bedeutung für die Bestimmung dieser Gesteine, habe ich ausserdem einige Versuche angestellt, den Feldspat röntgenographisch zu bestimmen, ohne ihn von den übrigen Mineralen des Gesteins zu trennen. Trotzdem nur einige wenige Versuche gemacht worden sind, dürfte man doch daraus schliessen können, dass die Methode richtig ist. Selbstverständlich haben diese Untersuchungen ihre grösste Bedeutung, wenn das Gestein dicht oder sehr feinkörnig ist.

So einfach die röntgenographische Feldspatuntersuchung sein dürfte, nachdem ein vollständiges Schema gemacht worden ist, so zeitraubend sind die vorbereitenden Messungen und Berechnungen. Das Prüfen der verschiedenen Untersuchungsmethoden hat viel Zeit erfordert und um anderen diese Mühe zu ersparen soll ein kurzer Bericht über die gemachten Versuche gegeben werden.

Die technische Ausrüstung hätte wohl eine ausführlichere Behandlung verdient als ich ihr im folgenden gegeben habe, da ich aber anderswo darüber näher berichten werde, übergehe ich sie hier. Während der Untersuchungen ist die Apparatur



allmählich verbessert worden. Die vorgenommenen Verbesserungen verdanke ich lediglich Herrn Professor SIEGBAHN. Besonders will ich hervorheben, dass er, seitdem ich im Herbst 1917 mit den Versuchen anfang, Röntgenogramme nach der Debye-Hull-Methode aufzunehmen, mir eine ganze Serie von Röntgenröhren konstruiert hat. Ich will ihm auch meinen herzlichen Dank sagen dafür, dass er mir die ersten zwei Jahre die zu spektroskopischen Zwecken viel in Anspruch genommene Röntgenapparatur des physikalischen Instituts zur Verfügung gestellt hat.

## Röntgenogramme nach der Laue-Methode.

Die Laue-Methode ist in den letzten Jahren für die Untersuchung über die Symmetrieverhältnisse und die geometrischen Konstanten der Kristalle sehr verwendet worden, und die ausserordentlich grosse Verwendbarkeit der Methode und die bedeutenden Möglichkeiten, die sie bietet, kommen in den schon gemachten Untersuchungen deutlich zur Erscheinung. Ich kann nicht umhin, die an der Universität zu Groningen seit 1914 fortgehenden Arbeiten herauszustreichen. Die Untersuchungen, die dort Prof. F. M. JÄGER teils allein, teils mit Prof. H. HAGA u. a. zusammen zur Beleuchtung der Symmetrieverhältnisse in den verschiedenen Kristallsystemen, der Isomorphie usw. nach der Laue-Methode ausgeführt hat sind von grossem Wert, ebenso die wohlbekannten, schönen Aufnahmen von Prof. F. RINNE in Leipzig.

Bei der Aufnahme der Lauediagramme von Feldspaten sind Versuche angestellt worden, mit möglichst kurzer Expositionszeit gute Diagramme zu gewinnen. Über einige dabei gemachte Beobachtungen sei hier kurz berichtet.

**Röntgenröhre.** Bei den ersten Aufnahmen 1916—1917 wurden luft- oder wassergekühlte Therapie-Röhren von älterer Konstruktion verwendet. Um mit diesen ein gutes Diagramm zu erhalten, war eine Expositionszeit von 4—6 Stunden erforderlich. Diese Röhren waren auch nicht besonders dauerhaft. Dann wurden Versuche mit einer amerikanischen Coolidge-Röhre angestellt. Diese erforderte eine kürzere Expositionszeit, hielt aber nicht lange. Seit dem Sommer 1918 sind für die Aufnahmen teils Lilienfeld-Röhren (mit Platinantikathode) teils Coolidge-Therapie-röhren (mit Wolframantikathode) von SIEMENS & SCHUCKERT benutzt worden, und beide Röhrentypen haben sich als sehr vorteilhaft erwiesen. Sie scheinen für diese Aufnahmen gleich geeignet zu sein und erfordern eine Expositionszeit von nur  $\frac{1}{4}$ —1 Stunde. Die längliche Form der Lilienfeldröhren macht, dass die Camera (und dadurch der Kristall) verhältnismässig nahe an die Antikathode herangebracht werden kann, was selbstverständlich auf die Expositionszeit vorteilhaft einwirkt. Die Coolidge-Röhren haben wiederum vor den anderen das voraus, dass sie keine Kühlung nötig haben.

Die Lilienfeld-Röhren sowie die Coolidge-Röhren sind sehr haltbar und daher auch aus ekonomischen Gründen vorzuziehen.

**Strom.** Die Expositionszeit ist natürlich von der Intensität der im Kristall erzeugten Sekundärstrahlen abhängig. Die Intensität dieser Strahlen hängt seinerseits von der Stärke und der Spannung des Stroms in der Röntgenröhre ab. Eine verhältnismässig harte Strahlung hat sich als die vorteilhafteste erwiesen. Bei einer Belichtung von 30 Minuten mit 3 Milliamp. Stromstärke und einer Spannung von 40 Kilovolt in der Röhre, wurde eine sehr schwache Platte erhalten. Mit einer Spannung von 80 Kilovolt erhielt man eine punktreichere Platte, und wenn die Spannung bis auf 110 Kilovolt stieg, wurde ein sehr gutes Diagramm gewonnen. Der in der Coolidge-Röhre meistens verwendete Strom hatte 100 Kilovolt Spannung und eine Stärke von 3 Milliamp.

**Dicke des Präparats.** Die Dicke, die das Präparat beträgt, ist nicht belanglos. Ein zu dickes Präparat kann ebenso wie ein zu dünnes eine längere Expositionszeit erfordern. Mit Steinsalz wurde eine Serie Versuchsaufnahmen gemacht, wobei Spaltstücke von verschiedener Dicke verwendet wurden. Mit 80 Kilovolt, 3 Milliamp. und einer Expositionszeit von 30 Minuten erhielt man von einem Präparat, das 0.45 mm dick war, ein kaum sichtbares Diagramm. Bei einer Dicke des Präparates von 0.8 mm wurde ein deutliches aber ziemlich punktarms Diagramm gewonnen, dagegen bei 2.27 mm Dicke ein starkes und punktreiches. Unter denselben Bedingungen und mit der derselben Expositionszeit wie bei den obenerwähnten Versuchen gab jedoch ein 0.1 mm dickes Bleiglanzpräparat ein gutes Diagramm. Bei Verdoppelung der Dicke wurde ein wesentlicher Teil der Röntgenstrahlung absorbiert. Bei der Aufnahme der Luediagramme von Feldspaten habe ich meistens Präparate von 1—2 mm Dicke benutzt.

**Orientierung der Feldspatpräparate.** Die Präparate bestanden aus Spaltstücken nach  $P$  (001) und nach  $M$  (010). Sie wurden in der Camera so gut es ging so orientiert, dass der direkte Strahl mit der Spaltfläche einen Winkel von  $90^\circ$  bildete. In den Diagrammen der monoklinen Feldspate tritt demnach die Symmetrieebene hervor, wenn das Präparat parallel  $P$ , und die Symmetrieachse, wenn das Präparat parallel  $M$  ist. Bei der Aufnahme von Diagrammen der triklinen Formen war das eine Präparat in einigen Fällen parallel der gemeinsamen Basisfläche der Zwillingsindividuen.

**Messung und Berechnung des Diagramms.** Weil der direkte Strahl abgeblendet war, ist am Diagramm kein Zentralfleck zu sehen. Der Zentralabstand  $a$  wird von der Mitte der Flecke aus gegen das Zentrum des Diagramms gemessen. Dieses Zentrum und der zentrale Schnittpunkt der Zonenbogen (-linien) fallen zusammen. An den symmetrischen Diagrammen erhält man aus zwei oder mehreren Messungen immer ein Mittelwert für  $a$ <sup>1</sup>. Wenn die Diagramme infolge einer weniger guten Orientierung schief geworden sind, ist ein Korrigieren der gemessenen Werte not-

<sup>1</sup> In Leipz. Ber. 7 Bd. 70, 1918 stellt R. GROSS das Prinzip der Messungen dar.



wendig. Zu diesem Korrigieren wie auch zur Bestimmung der Grösse des Orientierungsfehlers lassen sich in mehreren Fällen graphische Methoden ganz gut verwenden <sup>1</sup>.

Für die Berechnung der Diagramme ist es notwendig, den Abstand des Präparats von der photographischen Platte zu kennen. Wenn anders nicht besonders angegeben ist, meine ich hier den Abstand der Schichtseite der photographischen Platte von der Mitte des Präparats.

Eine vollständige Berechnung der Diagramme ist freilich von Interesse. Die Kenntnis von den Symbolen der verschiedenen, den Diagrammflecken entsprechenden Atomebenen, macht es uns möglich, einigermaßen die Struktur zu beurteilen. Es ist wichtig, dabei auch die Schwärzung der Flecke zu beachten, die bekanntlich in geradem Verhältnis zu der Atomdichte der Gitterebenen steht <sup>2</sup>.

Wenn indessen die Untersuchung hauptsächlich eine Bestimmung der Mineralien oder eine vergleichende kristallographische, nicht strukturelle Analyse bezweckt, genügt es, einige Elemente des Diagramms zu berechnen. Dabei werden zunächst diejenigen gewählt, die sich zum Feststellen der geometrischen Konstanten am besten eignen. In der folgenden Feldspatuntersuchung ist demnach z. B. immer der Winkel  $(\bar{4}01):(\bar{2}01)$  berechnet worden, weil einerseits der Abstand zwischen  $(\bar{4}01)$  und  $(\bar{2}01)$  von einer kleineren Fehlorientierung des Präparats verhältnismässig unberührt bleibt, andererseits die beiden Flecke immer gut ausgebildet sind.

### **Lauediagramme der monoklinen Feldspate.**

Lauediagramme sind von sämtlichen monoklinen oder pseudomonoklinen Feldspatformen aufgenommen worden, also von *Orthoklas* (und *Adular*), *Natronorthoklas*, *Hyalophan* und *Celsian*. Die Diagramme nach  $(001)$  <sup>3</sup> sind der Berechnung von den geometrischen Konstanten des Kristalls zu grunde gelegt worden, und aus diesen sind ausserdem andere Elemente berechnet worden, um den Unterschied zwischen den Diagrammen der verschiedenen Formen zu zeigen. Dieser Unterschied tritt nämlich am besten hervor an diesen Diagrammen mit ihren deutlichen, leicht identifizierbaren Zonen. Die Diagramme nach  $(010)$  sind hauptsächlich für eine direkte Messung des Winkels  $\beta$  verwendet worden.

### **Lauediagramme des monoklinen 'Kalifeldspats.**

Anderswo hat der Verfasser einen kurzen Bericht über ein Lauediagramm von *Adular* gegeben <sup>4</sup>. Nach einer Serie neuer Aufnahmen hat sich indessen eine voll

<sup>1</sup> Vergl. HADDING 3.

<sup>2</sup> Dass man aus einem Lauediagramm auch die Struktur eines Minerals berechnen kann hat E. SCHIEBOLT in seinen Untersuchungen über Kalkspat nachgewiesen.

<sup>3</sup> Hier, wie auch im folgenden, verstehe ich unter Diagramme nach einer gewissen Fläche die Diagramme so aufgenommen, dass der direkte Strahl winkelrecht zu dieser Fläche läuft.

<sup>4</sup> HADDING 3.



ständige Berechnung ausführen lassen. Da nun ein Vergleich zwischen diesen Diagrammen und denen der übrigen monoklinen Feldspate von Interesse ist, kann ich nicht umhin, hier auch einen Bericht über die Orthoklasdiagramme zu geben.

Die Diagramme nach  $P$  zeigen, wenn das Präparat nicht fehlorientiert gewesen ist, eine vollkommene Symmetrie nach der Schnittlinie der photographischen Platte und der Symmetrieebene des Kristalls. Auch bei einer kleineren Fehlorientierung ist die Symmetrie offenbar. Mehrere Zonen sind sehr deutlich, vor allem diejenigen, deren Zonenachse in der Symmetrieebene liegt. Unter diesen treten namentlich die Zonen  $[102]$  und  $[104]$  hervor. Man orientiert sich leicht an den Diagrammen, weil gewisse Diagrammflecke immer erheblich stärker als die übrigen sind. Dies gilt besonders den Flecken  $(\bar{1}40)$ ,  $(\bar{4}81)$ ,  $(\bar{4}41)$ ,  $(\bar{2}41)$ ,  $(\bar{2}11)$  und  $(\bar{2}01)$ . Von grosser Bedeutung für die Messung und die Berechnung der Diagramme ist auch der Umstand, dass die Symmetriezone  $[010]$ , sowie die Zone  $[100]$  an den Diagrammen durch Flecke vertreten sind, die auf zwei geraden, zu einander senkrechten Linien liegen.

Da es sich als schwer erwiesen hat, bei der Messung der Diagramme die Mitte der Flecke genau zu fixieren ist diese vor der Messung mit Tinte auf der Glasseite der Platte markiert worden. Nachdem über dies das Zentrum des Diagramms fixiert und die Zonenlinien  $[010]$  und  $[100]$  auf der Platte markiert worden sind, lässt sich diese mit Gradbogen, Passer und Millimetermass bequem messen. Der Azimut-Winkel  $\varphi$  ist auf Zehn Minuten, der Zentralabstand  $a$  auf Zehntel-millimeter geschätzt worden. Die Fehlergrenzen schwanken etwas mit der Deutlichkeit der Flecke und der mehr oder weniger guten Orientierung des Präparats.

Von den untersuchten monoklinen Kali-Feldspaten werden nur zwei erwähnt:

*Adular* vom Eggischhorn im Wallis (Diagramm N:o 5 u. 89).

*Sanidin* vom Drachenfels (99 u. 101).

### Adular vom Eggischhorn im Wallis.

Die Präparate wurden aus grossen, klaren Kristallen gespaltet, die Zwillinge und Vierlinge nach dem Manebachergesetz bilden. Unter dem Mikroskop zeigen die Präparate keine Zwillingsbildung. Auslöschung auf  $M\ 4^\circ$ . Sp. Gew. 2,5605.

*Das Diagramm nach  $P$*  ist punktreich aber ein bisschen schief. Diagrammflecke klein. Dicke des Präparats 0.2 mm, Expositionszeit 4 Stunden. Bei der Aufnahme wurde eine Wolfram-Therapieröhre von älterer Konstruktion benutzt. Der Abstand zwischen dem Präparat und der photographischen Platte war 34.3 mm.

Am Diagramm wurde gemessen:  $\varphi(110) = 56^\circ 35'$ ,  $a(110) = 34.6$  mm,  $a(0:12:1) = 12.1$  mm,  $a(\bar{2}01):(\bar{4}01) = 24.0$  mm und  $a(\bar{2}01) = 10.8$  mm. Hieraus wurde berechnet:

$$\begin{aligned} a:b:c &= 0.660:1:0.557 & \beta &= 116^\circ 43' \\ \alpha(\bar{2}01) &= 8^\circ 14' & \alpha(\bar{2}01):(\bar{4}01) &= 18^\circ 43'. \end{aligned}$$

*Diagramm nach M.* Das Präparat war 1.5 mm dick. Bei der Aufnahme wurde eine Therapieröhre mit Glühkathode verwendet; Strom: 100 Kilovolt und 3 Milliamp. Expositionszeit 30 Minuten. Abstand zwischen Präparat und photographischer Platte 32.4 mm. Das Diagramm ist reich an kleinen Flecken; mehrere Zonen sind deutlich hervortretend. Der Winkel  $\beta$  ist am Diagramm zu  $63^\circ 30'$  gemessen.

### Sanidin vom Drachenfels im Siebengebirge.

Das Präparat wurde von losen, glasklaren Kristallen genommen. Diese zeigen vollkommene Spaltung nach *P*, spalten aber nur mit Schwierigkeit nach *M*. Dagegen zerspringen die Kristalle gern nach Richtungen winkelrecht zu der Symmetrieebene und dabei kommt auf den Bruchflächen ein gelbes Mineral zum Vorschein. Unter dem Mikroskop zeigen die Spaltblättchen nach *P* keine Zwillingsbildung<sup>1</sup>, und keine optische Achse tritt daran hervor. Spaltblättchen nach *M* zeigen eine Auslöschungsschiefe von  $5^\circ$ . An der Fläche *M* ist eine feine Streifung sichtbar. Diese Streifen sind die Spuren von den obenerwähnten Bruchflächen.

*Sp. Gew.* Das sp. Gew. des *Sanidins* war 2.566 bei  $+11^\circ$  C.

*Chemische Zusammensetzung.* HINTZE führt vier verschiedene Analysen von *Sanidin* vom Drachenfels an. Das hier untersuchte Mineral dürfte, dem sp. Gew. nach zu schliessen, mit dem von Lewinstein analysierten identisch sein.

LEWINSTEIN fand bei Kristallen mit dem sp. Gew. 2.60 folgende Zusammensetzung:

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Na <sub>2</sub> O .....              | 2.04   |
| K <sub>2</sub> O .....               | 12.84  |
| CaO .....                            | 0.97   |
| MgO .....                            | 0.53   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 16.45  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 1.58   |
| SiO <sub>2</sub> .....               | 65.59  |
|                                      | <hr/>  |
|                                      | 100.00 |

*Das Lauediagramm nach P* (Platte 99) ist symmetrisch. Von den Zonen treten besonders  $[102]$ ,  $[104]$  und  $[001]$  deutlich hervor. Auch die zu einander senkrechten Zonenebenen  $[010]$  und  $[100]$  sind durch zwei Reihen verhältnismässig spärlicher und schwacher Flecke vertreten. Dicke des Präparats 3 mm, Abstand von der photographischen Platte 38.7 mm. Bei der Aufnahme wurde eine Wolfram-Therapieröhre mit Glühkathode verwendet. Strom: 110 Kilovolt und 3 Milliamp. Expositionszeit 45 Minuten.

Am Diagramm wurde gemessen:  $\varphi(110) = 56^\circ 37.5'$ ,  $a(110) = 37.9$  mm<sup>2</sup>,  $a(0.12.1) = 13.3$  mm,  $a(\bar{2}01) : (\bar{4}01) = 26.1$  mm,  $a(\bar{2}01) = 14.4$  mm.

<sup>1</sup> Die Kristalle sind in der Tat Zwillinge nach dem Karlsbadergesetz, bei Spaltung nach *P* erhält man aber Präparate entweder von dem einen oder dem anderen der beiden Individuen.

<sup>2</sup> Der Fleck undeutlich, durch Ausziehen der Zonenlinien kontrolliert.

Hieraus wurde berechnet

$$\begin{aligned} \mathbf{a} : \mathbf{b} : \mathbf{c} &= 0.6587 : 1 : 0.5553 & \beta &= 116^\circ 3' \\ \alpha (\bar{2}01) &= 10^\circ 12' & \alpha (\bar{2}01) : (\bar{4}01) &= 18^\circ 37'. \end{aligned}$$

*Diagramm nach M.* An diesem ziemlich schwachen Diagramm nach *M* wurde gemessen:  $\varphi (\bar{1}00) = 0^\circ$ ,  $(\bar{1}01) = 66^\circ$ ,  $(001) = 117^\circ$ ,  $(102) = 134^\circ 25'$  und  $\alpha$ :

$$\begin{aligned} (720) &= 9^\circ 48' & (017) &= 3^\circ 59' \\ (13.2.0) &= 5^\circ 12' & (0.9.35) &= 7^\circ 16' \\ (7.2.0) &= 9^\circ 37' & (0.5.14) &= 10^\circ 0' \\ (14.5.0) &= 11^\circ 35' & (0.3.7) &= 12^\circ 0' \end{aligned}$$

### Lauediagramm des triklinen Kalifeldspats.

Von triklinen Kalifeldspaten werden zwei Diagrammen beschrieben.

#### Mikroclin von Pargas in Finnland.

Das Präparat stammt von einem Material aus der Sammlung der Mineralogischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums. Auf der Etikette war es bezeichnet als: »*Typischer Orthoklas*, im Jahre 1887 eingesammelt von G. NORDENSKJÖLD». Die folgende Analyse von G. LINDSTRÖM war beigelegt:

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Kieselsäure ..... | 63.85 |
| Tonerde.....      | 18.26 |
| Kali .....        | 17.39 |
| Kalk .....        | Spur  |
|                   | <hr/> |
|                   | 99.50 |

Das Mineral bestand aus farblosen bis weissen Körnern mit glänzenden Spaltflächen. Unter dem Mikroskop zeigt das Präparat ein deutliches Mikroclinnetz. Die Auslöschungsschiefe auf *M* war  $3^\circ$ — $4^\circ$ , auf *P* etwa  $12\frac{1}{2}^\circ$ . Das sp. Gew. war 2.556.

*Diagramm nach P.* Das Präparat war ein Spaltstück von 1.8 mm Dicke. Bei der Aufnahme (Platte 48) wurde eine Lilienfeldröhre mit Platinantikathode verwendet. Der Abstand zwischen dem Kristalle und der photographischen Platte war 35.5 mm. Belichtungszeit 35 Minuten.

Das Diagramm zeigt starke Flecke und gut markierte Zonenkreise. Die Symmetrie ist monoklin.

Am Diagramm wurde gemessen:  $\varphi (110) = 56^\circ 35'$ ,  $a (110) = 35.9$  mm,  $a (0.12.1) = 12.35$  mm,  $a (\bar{2}01) : (\bar{4}01) = 24.0$  mm,  $a (\bar{2}01) = 10.7$  mm. Hieraus wurde berechnet

$$\begin{aligned} \mathbf{a} : \mathbf{b} : \mathbf{c} &= 0.660 : 1 : 0.557 \pm 0.006 & \beta &= 116^\circ 34' \\ \alpha (\bar{2}01) &= 8^\circ 23' & \alpha (\bar{4}01) : (\bar{2}01) &= 18^\circ 39'. \end{aligned}$$

*Diagramm nach M.* Das Präparat war ein Spaltstück von 1.5 mm Dicke. Die Aufnahme wurde mit einer Lilienfeldröhre mit Platinantikathode gemacht. Belicht-



ungsdauer 30 Minuten. Abstand des Kristalls von der photographischen Platte 35.9 mm.

Das Diagramm ist etwas schief, zeigt aber zahlreiche, gut markierte Flecke. Mehrere Zonen treten deutlich hervor, z. B. die Zonen  $[100]$ ,  $[001]$ ,  $[\bar{1}01]$ ,  $[101]$ ,  $[120]$ . In der letzten Zone bilden die Flecke eine S-förmige Linie, in den übrigen Zonen aber gerade Linien.

Am Diagramm wurde gemessen:  $\beta = 63^\circ 50'$  ( $116^\circ 10'$ ),  $(001):(101) = 34^\circ 30'$ ,  $(001):(\bar{1}01) = 52^\circ 20'$ . Aus dem letzten Wert erhielt man  $c:a = 0.8439$ .

$$a(0:1:11) = 13.5. \quad \text{Hieraus } c:b = 0.558 \pm 0.002.$$

Nach den Messungen an diesem Diagramm sind somit die geometrischen Konstanten

$$a:b:c = 0.661:1:0.558 \quad \beta = 116^\circ 10'.$$

### Mikroclin von Pikes Peak, Colorado.

Von den wohlbekannten grünen Mikroklinkristallen aus Pikes Peak findet sich im Mineralogischen Museum zu Lund eine ziemlich reichliche Auswahl. Die Kristalle, die gut ausgebildet sind, zeigen auf Basis eine Streifung parallel und winkelrecht zu der  $M$ -Fläche. Unter dem Mikroskop konnte man dagegen an Spaltblättchen nach Basis bisweilen kein Spur von Zwillingsbildung entdecken. Diese Präparate zeigen auch gerade Auslöschung. In anderen Fällen tritt die Zwillingsbildung deutlich hervor und da ist die Auslöschung auf  $P$  etwa  $17^\circ$ . Die Auslöschung auf  $M$  beträgt immer  $6^\circ$ . Der Spaltwinkel  $P:M$  wurde zu  $89^\circ 41' \pm 0^\circ 8'$  gemessen. Das Mineral verhält sich somit als ein gewöhnlicher Orthoklas. Perthitbildung nicht vorhanden. Sp. Gew. 2.544.

*Diagramm nach P* (Diagr. 16). Das Präparat war ein Spaltstück von 0.3 mm Dicke. Bei der Aufnahme des Diagramms wurde eine Therapieröhre von älterer Konstruktion verwendet. Belichtungsdauer  $4\frac{1}{2}$  Stunden. Abstand zwischen Präparat und Platte 45 mm.

Das Diagramm ist ziemlich punktreich. Es zeigt die Symmetrie der monoklinen Feldspate. Von den Zonenbogen und den Flecken treten ausser den vom vorigen Diagramm erwähnten auch die Zone  $[103]$  sowie die Zonen  $[106]$ ,  $[407]$  und  $[305]$  hervor.

Am Diagramm wurde gemessen:

$$\varphi(110) = 56^\circ 40' \pm 0^\circ 10' \quad a(\bar{2}01) = 12.4 \text{ mm} \quad a(\bar{4}01) = 18.2 \text{ mm} \\ a(0.12.1) = 15.5 \text{ mm} \quad a(0.8.1) = 23.9 \text{ mm}.$$

Hieraus wurde berechnet:

$$a:b = 0.658 \pm 0.004; \quad \alpha(\bar{2}01) = 7^\circ 42'; \quad \alpha(\bar{4}01):(\bar{2}01) = 18^\circ 43'; \\ \alpha(0.12.1) = 9^\circ 30'.$$

In der Annahme, dass  $\beta = 116^\circ$  wurde berechnet  $c:b = 0.556 \pm 0.002$ .

In der Zone [305] sind die Flecke deutlich doppelt und auch in der Zone [106] kann man eine ähnliche Dublierung vermerken.  $\varphi$  ( $\bar{5}53$ ) wurde zu  $55^\circ 20'$  und  $57^\circ 50'$  gemessen. Bei Goniometermessung am Mikroklin hat man gefunden  $M:t(010):(110) = 57^\circ 42'$  und  $M:T(0\bar{1}0):(1\bar{1}0) = 60^\circ 49'$ <sup>1</sup>. Wenn wir aus den für  $\varphi$  ( $\bar{5}53$ ) gemessenen Werten die Winkel  $M:T$  und  $M:t$  berechnen, so erhalten wir  $M:T = 60^\circ 50'$  und  $M:t = 57^\circ 45'$ . Da die Übereinstimmung zwischen den aus dem Diagramm und den aus den Goniometermessungen erhaltenen Winkeln so gut ist als man überhaupt erwarten kann<sup>2</sup>, scheint es mir glaublich, dass die *Dubletten durch Reflexe von Molekülgruppen von Rechts- oder Linksform entstanden sind*. Wenn es sich damit so verhält, ist es ganz natürlich, dass die beiden Flecke in den inneren Zonen des Diagramms zu einem zusammenfließen. Der oben angegebene Winkel  $\varphi(110)$ , gemessen durch ( $\bar{2}21$ ) und ( $\bar{4}41$ ), beide scheinbar einfach, ist auch gleich dem Mittelwert der Winkel  $\varphi$  ( $\bar{5}53$ ).

*Diagramm nach M* (Diagr. 110). Das Präparat war ein 2.2 mm dickes Spaltstück nach *M*. Der Abstand der Platte vom Präparat war 35.5 mm; Expositionszeit 45 Minuten.

Das Diagramm ist reich an Flecken. Von den Zonen treten besonders [100], [001], [ $\bar{1}01$ ], [ $\bar{2}01$ ], [ $\bar{1}01$ ], [ $1.\bar{1}0.0$ ], [ $1.\bar{1}3.0$ ] hervor, die fünf ersterwähnten als gerade Linien, die letzte als eine S-förmig gebogene Reihe von Flecken und schliesslich die Zone [ $1.\bar{1}0.0$ ] als eine kleine Ellipse.

Aus dem Diagramm erhielt man

$$\begin{array}{ll}
 \varphi(\bar{1}00) = 0^\circ 0' & \beta = 116^\circ 5' \\
 (001) = 116^\circ 5' & c:a = 0.848 \pm 0.007 \\
 (\bar{1}01) = 50^\circ 10' & \\
 (101) = 93^\circ 5' & \\
 \alpha(720) = 9^\circ 18' & c:b = 0.5565 \pm 0.005 \\
 (830) = 12^\circ 24' & \\
 (940) = 14^\circ 53' & a:b:c = 0.655 : 1 : 0.556 \\
 (210) = 16^\circ 25' & 
 \end{array}$$

### Lauediagramme von Kali-Natronfeldspaten.

Von den Kali-Natronfeldspaten wurden teils perthitische Formen teils mikroskopisch homogene Formen untersucht. Hier wird ein Diagramm von jedem der beiden Typen erwähnt.

#### Orthoklasmikroperthit von Holmsbo im Kristianiagebiet.

Kleine, rote Kristalle, nach BRÖGGER (Zeitschrift für Kristallographie Bd 16, S. 562) *Orthoklasmikroperthit*.

<sup>1</sup> Die Werte variieren ein wenig, die hier angeführten sind am *Mikroklin* von Leverett gemessen. Nach HINTZE, 5, 1338.

<sup>2</sup> Die Winkelmessungen am Diagramm geben natürlich nimmer besonders genaue Werte.

*Diagramm nach P.* Das Präparat ein Spaltstück nach *P*, 1 mm dick. Abstand zwischen Präparat und photographischer Platte 34.7 mm. Expositionszeit 20 Minuten mit 100 Kilovolt, 3 Milliamp.

Das Diagramm ist symmetrisch mit folgenden deutlich hervortretenden Zonen:  $[010]$ ,  $[100]$ ,  $[001]$ ,  $[104]$ ,  $[103]$ ,  $[102]$ ,  $[101]$ . Die stärksten Diagrammflecke sind:  $(\bar{1}40)$ ,  $(\bar{4}41)$ ,  $(\bar{4}61)$ ,  $(\bar{3}01)$ ,  $(\bar{3}31)$ ,  $(\bar{2}01)$ ,  $(\bar{2}11)$ ,  $(\bar{2}21)$ ,  $(\bar{2}41)$ .

Von besonderem Interesse ist die Verdoppelung gewisser Zonen. Besonders gut kommt diese in der Zone  $[102]$  zur Erscheinung; ist ausserdem in der Zone  $[103]$  deutlich.

Der eine von den beiden Flecken der Dublette ist immer stärker als der andere; die schwächeren Flecke bilden eine Zonenellipse, die stärkeren eine andere. In jeder Ellipse haben die einander entsprechenden Flecke die gleiche relative Stärke.

Bei der Messung des Diagramms wurden folgende Werte erhalten:

A. Die einfachen Flecke und die stärkeren Flecke der Dubletten.

$$\varphi(110) = 56^\circ 40', \quad a(110) \text{ (konstruiert)} = 34.7 \text{ mm}, \quad a(0.12.1) = 12.0 \text{ mm}, \\ a(\bar{2}01) = 9.4 \text{ mm}, \quad a(\bar{4}01) = 14.2 \text{ mm}.$$

Hieraus wurde berechnet:

$$\alpha(\bar{2}01) = 7^\circ 35'; \quad \alpha(\bar{4}01) = 11^\circ 8'; \quad \alpha(\bar{4}01) : (\bar{2}01) = 18^\circ 43'.$$

Ein Vergleich mit den für den *Orthoklas* berechneten Werten von  $\alpha(\bar{4}01) : (\bar{2}01)$ ,  $\alpha(\bar{2}01)$  und  $\alpha(\bar{4}01)$  ergibt, dass das Diagramm durch die Fehlorientierung des Präparats etwas schief geworden ist. Die Schiefe wird mit  $0^\circ 40'$  korrigiert. Also:

$$\alpha(\bar{2}01) = 8^\circ 15'; \quad \alpha(\bar{4}01) = 10^\circ 28', \quad \mathbf{a} : \mathbf{b} : \mathbf{c} = 0.660 : 1 : 0.554.$$

B. Die schwächeren Flecke der Dubletten.

$$\varphi(110) = 57^\circ 40', \quad a(\bar{2}01) = 7.7 \text{ mm}, \quad a(\bar{4}01) = 14.7 \text{ mm}.$$

Hieraus wurde berechnet:

$$\alpha(\bar{2}01) = 6^\circ 15'; \quad \alpha(\bar{4}01) = 11^\circ 29'; \quad \alpha(\bar{4}01) : (\bar{2}01) = 17^\circ 44'.$$

Nach der obenerwähnten Berichtigung erhält man folgende Werte

$$\alpha(\bar{2}01) = 6^\circ 55'; \quad \alpha(\bar{4}01) = 10^\circ 49'; \quad \mathbf{a} : \mathbf{b} = 0.638.$$

Diese Werte stimmen mit den für den *Natronfeldspat* berechneten am nächsten überein, und es ist kein Zweifel, dass die schwächeren Diagrammflecke der Dubletten durch die von den perthitischen Einschlüssen erzeugten Sekundärstrahlen gebildet sind.



|                                   | Orthoklas |           | Na-Orthoklas |           |
|-----------------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
|                                   | Gemessen  | Berechnet | Gemessen     | Berechnet |
| $\alpha(\bar{4}01) : (\bar{2}01)$ | 18° 43'   | 18° 44'   | 17° 44'      | 18° 22'   |
| $\alpha(\bar{2}01)$               | 9° 27'    | 9° 42'    | 8° 7'        | 8° 40'    |
| $\alpha(\bar{4}01)$               | 9° 16'    | 9° 2'     | 9° 37'       | 9° 41'    |
| a : b                             | 0.660     | 0.658     | 0.638        | 0.635     |

Die vorstehende Tabelle stellt das Verhältnis zwischen den berechneten Werten<sup>1</sup> und den an den Diagrammen erhaltenen, korrigierten Werten dar.

### Natronorthoklas von Narsarsuk im Bezirk von Julianehaab, Grönland.

Präparat vom Mineralogischen Museum zu Kopenhagen. Es wurde von einem klaren, farblosen Kristallbruchstück genommen. Unter dem Mikroskop zeigt es sich vollkommen homogen, ohne jede Spur von Zwillingslamellen oder Perthitbildung.

Der Feldspat ist von USSING beschrieben worden. Dieser betrachtet ihn als nur eine Varietät des am selben Orte auftretenden Kryptoperthits. Die Auslöschung auf *P* ist 0°, auf *M* ungefähr 12°. Das sp. Gew. ist 2.590. Die Spaltflächen nach (100) sind deutlich labradorisierend.

Das Mineral dürfte wie der Kryptoperthit aus gleichen Teilen von Kali- und Natronfeldspat bestehen. Die chemische Zusammensetzung des Kryptoperthits ist nach der Analyse von C. DETLEFSEN (in Prozent gerechnet).

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| SiO <sub>2</sub> .....               | 66.57        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 18.98        |
| K <sub>2</sub> O .....               | 8.77         |
| Na <sub>2</sub> O .....              | 5.68         |
|                                      | <hr/> 100.00 |

*Diagramm nach P.* Das Präparat war ein 2 mm dickes Spaltstück. Der Abstand zwischen der Platte und dem Präparat war 39.0 mm. Die Platte wurde 30 Minuten exponiert, Strom 100 Kilovolt und 3 Milliamp.

Das Diagramm ist symmetrisch. Es zeigt besonders schöne Zonen, von diesen ist die Zone [102] deutlich doppelt. Gleich wie in dem schon beschriebenen Diagramm vom Orthoklasmikroperthit aus Holmsbo sind die Flecke der einen von den beiden Ellipsen schwächer als die der anderen. In diesem letzteren Diagramm sind die Flecke in der äusseren Zonenellipse [102] am stärksten, hier dagegen in der inneren.

Die Messung des Diagramms ergab das folgende Resultat.

<sup>1</sup> Berechnet nach den von GROTH angeführten Werten.

<sup>2</sup> USSING, N. V.: Alkalifeltspaterne i de sydgrønlandske Nefelinsyeniter etc. S. 60 u. ff.

## A. Die einfachen Flecke und die schwächeren Flecke.

$$\varphi(110) = 56^\circ 35' \pm 0^\circ 10'; \quad a(\bar{2}01) = 13.4 \text{ mm}; \quad a(\bar{4}01) = 13.0 \text{ mm}; \\ a(0.12.1) = 13.4 \text{ mm}.$$

Hieraus wurde berechnet:

$$a:b = 0.660; \quad \alpha(\bar{2}01) = 9^\circ 29'; \quad \alpha(\bar{4}01) = 9^\circ 13'; \quad \alpha(\bar{4}01):(\bar{2}01) = 18^\circ 42'.$$

## B. Die stärkeren Flecke.

$$\varphi(110) = 57^\circ 35' \pm 0^\circ 25'; \quad a(\bar{2}01) = 11.2 \text{ mm}; \quad a(\bar{4}01) = 14.0 \text{ mm}.$$

Hieraus:

$$a:b = 0.635:1; \quad \alpha(\bar{2}01) = 8^\circ 1'; \quad \alpha(\bar{4}01) = 9^\circ 52'; \quad \alpha(\bar{4}01):(\bar{2}01) = 17^\circ 53'.$$

Vergleichen wir diese Werte mit den für den *Orthoklas* berechneten, so finden wir, dass die äussere, schwächere Zonenellipse ohne Zweifel vom Kalifeldspat herrührt.

In diesem Diagramm wie in dem vorher beschriebenen Diagramm des *Orthoklas-mikroperthits* rührt demnach die äussere Ellipse der markierten Doppelzone [102] vom Kalifeldspat, die innere vom Natronfeldspat her. Ein Vergleich zwischen den beiden Diagrammen ergibt, dass die *Stärke der Flecke der beiden Zonenellipsen in geradem Verhältnis zu der relativen Menge von Kali- und Natronfeldspat im Kristall steht*<sup>1</sup>.

## Lauediagramme von Barytfeldspaten.

## Hyalophan aus Binn, Schweiz.

Zu meiner Verfügung stand ein glasiger, klarer Kristall (von  $\frac{1}{2}$  cm Länge) begrenzt von Basis und T-Flächen.  $(110):(1\bar{1}0) = 61^\circ 25'$ ,  $(001):(110) = 68^\circ 13'$ . Sp. Gew. = 2.72.

*Diagramm nach P* (25). Das Präparat war ein ziemlich dünnes Spaltstück. Abstand zwischen Präparat und photographischer Platte 41.5 mm; Expositionszeit 6 Stunden. Das Diagramm ist verhältnismässig schwach aber dennoch punktreich. Am stärksten treten hervor die Punkte  $(\bar{4}01)$ ,  $(\bar{4}41)$ ,  $(\bar{4}61)$ ,  $(\bar{2}01)$ ,  $(\bar{2}11)$ ,  $(\bar{2}21)$ ,  $(\bar{2}41)$  und  $(\bar{1}40)$ . Am Diagramm wurde gemessen:  $\varphi(110) = 56^\circ 40'$ ;  $a(0.12.1) = 14.4 \text{ mm}$ ;  $a(081) = 22.2 \text{ mm}$ ;  $a(071) = 25.9 \text{ mm}$ ;  $a(\bar{2}01) = 14.9 \text{ mm}$ ;  $a(\bar{4}01) = 13.3 \text{ mm}$ .

Aus diesen Werten wurde berechnet:

|                                 | Berechnet           | Nach HINTZE    |
|---------------------------------|---------------------|----------------|
| $a:b$                           | 0.6577              | 0.65839        |
| $c:b$                           | $0.5506 \pm 0.0024$ | 0.55121        |
| $\varphi$                       | $64^\circ 25'$      | $64^\circ 25'$ |
| $\alpha(\bar{2}01)$             | $9^\circ 52'$       | —              |
| $\alpha(\bar{4}01)$             | $8^\circ 53'$       | —              |
| $\alpha(\bar{2}01):(\bar{4}01)$ | $18^\circ 45'$      | —              |

<sup>1</sup> Jedoch gibt der Na-Feldspat immer einen verhältnismässig stärkeren Zonenellipse als der K-Feldspat. Vergl. Fig. 3 u. 4 der Tafel.

Celsian von Jacobsberg, Värmland.

Für die Untersuchung wurde STRANDMARKS Originalmaterial verwendet. Nach STRANDMARK sei das sp. Gew. des Minerals 3.384. Bei einer Kontrollbestimmung an dem benutzten Präparat erhielt ich den Wert 3.384. Nach Analyse von STRANDMARK hat das Mineral folgende Zusammensetzung

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| SiO <sub>2</sub> .....               | 32.23       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 27.40       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 0.32        |
| MnO .....                            | 0.24        |
| BaO.....                             | 36.45       |
| CaO.....                             | 0.39        |
| MgO .....                            | 0.13        |
| K <sub>2</sub> O.....                | 0.77        |
| Na <sub>2</sub> O .....              | 1.02        |
| H <sub>2</sub> O.....                | —           |
| Fl .....                             | 0.12        |
|                                      | <hr/> 99.12 |

Diagramm nach P (92). Das Präparat war ein 0.5 mm dickes Spaltstück. Abstand des Präparats von der photographischen Platte 39.8 mm. Expositionszeit 45 Minuten. Eine Siemens-Therapieröhre mit Glühkathode wurde verwendet. Strom: 100 Kilovolt und 3 Milliamp.

Das Diagramm ist ziemlich punktreich, die Punkte sind aber nicht besonders stark. Eine Menge Zonenbogen treten sehr deutlich hervor.

Am Diagramm wurde u. a. gemessen:

$\varphi(110) = 56^{\circ} 20'$ ;  $a(\bar{4}01) = 9.75 \text{ mm}$ ;  $a(\bar{2}01) = 17.9 \text{ mm}$ ;  $a(0.14.1) = 11.7 \text{ mm}$ ;  
 $a(0.12.1) = 13.9 \text{ mm}$ ;  $a(0.10.1) = 16.7 \text{ mm}$ ;  $a(081) = 21.7 \text{ mm}$ .

Aus diesen Werten wurde berechnet:

|                                   | Berechnet                            | Nach<br>STRANDMARK |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| a : b                             | 0.666                                | 0.657              |
| c : b                             | $0.542 \pm 0.003$                    | 0.554              |
| $\beta$                           | $114^{\circ} 28' (65^{\circ} 32')^1$ | $115^{\circ} 2'$   |
| $\alpha(\bar{4}01)$               | $7^{\circ} 53'$                      | —                  |
| $\alpha(\bar{2}01)$               | $12^{\circ} 7'$                      | —                  |
| $\alpha(\bar{4}01) : (\bar{2}01)$ | $20^{\circ} 0'$                      | —                  |

Diagramm nach M (96). Das Diagramm ist punktreich und zeigt eine Menge deutliche Zonen. Abstand zwischen Platte und Kristall 39.1 mm.

<sup>1</sup> An zwei anderen Diagrammen von Celsian wurde gemessen  $\varphi(110) = 56^{\circ} 30'$ . Hieraus  $\beta = 114^{\circ} 25'$ , a : b = 0.662.



Von gemessenen und berechneten Werten seien folgende angeführt:

$$\begin{aligned} (001):(100) &= 65^\circ 0'; \quad \beta = 115^\circ 0'; \\ (001):(101) &= 29^\circ 0'; \quad (001):(\bar{1}01) = 49^\circ 40'; \quad c:a = 0.832. \\ \alpha(025) &= 11^\circ 13' \\ (012) &= 13^\circ 59' \\ (059) &= 15^\circ 47' \\ (023) &= 18^\circ 37' \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{Hieraus } c:b = 0.554 \pm 0.007.$$

### Lauediagramme der Plagioklase.

Von den Feldspaten der Plagioklasserie sind Lauediagramme aufgenommen um 1) die Widerspiegelung der morphologischen Unterschiede in der Struktur; 2) die Einwirkung der Zwillingsbildung und 3) vor allem die strukturellen Unterschiede zu ermitteln zwischen den triklinen und den sog. monoklinen Feldspaten. Vorläufig habe ich nur die Diagramme nach *P* mitgenommen.

#### Albit von Kiribinsk, Ural.

Farblose Kristalle, tafelförmig nach *M* und grösstenteils Karlsbaderzwillinge. Sp. Gew. 2.614 bei 14° C. Auslöschung auf *P* 4°, auf *M* 18°; hieraus ist die Zusammensetzung nach MAX SCHUSTERS Tabelle graphisch zu  $\text{Ab}_{97}\text{An}_3$  berechnet. Analysen (S. 1466 u. 1472) von ROSE und LEMBERG nach HINTZE.

|                               | ROSE  | LEMBERG |
|-------------------------------|-------|---------|
| $\text{SiO}_2$ .....          | 68.43 | 67.79   |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ ..... | 18.73 | 19.58   |
| $\text{CaO}$ .....            | 0.50  | 0.21    |
| $\text{Na}_2\text{O}$ .....   | 11.24 | 11.23   |
| $\text{K}_2\text{O}$ .....    | 0.65  | 0.58    |

*Diagramm nach P* (8). Das Präparat war ein 0.26 mm dickes Spaltstück ohne Zwillingsbildung. Abstand 44.4. Expositionszeit 4 1/2 Stunden. Diagramm mit zahlreichen, verhältnismässig kleinen Punkten.

Am Diagramm wurde gemessen und berechnet:

| $\alpha(100) = \gamma = 87^\circ 30'$ | Gemessen          |           | $\alpha$ Berechnet nach |                       | $\alpha(100) = \gamma = 87^\circ 30'$ | Gemessen          |           | $\alpha$ Berechnet nach |                       |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
|                                       | <i>a</i><br>in mm | $\varphi$ | Dia-<br>gramm           | Goniom.-<br>Messungen |                                       | <i>a</i><br>in mm | $\varphi$ | Dia-<br>gramm           | Goniom.-<br>Messungen |
| $(\bar{2}01)$                         | 12.1              | — 92° 30' | 8° 7'                   | 8° 14'                | $(0\bar{1}0)$                         | 5.7               | 0° 0'     | 3° 48'                  | 3° 58'                |
| $(\bar{3}01)$                         | 6.8               | 87° 30'   | 3° 51'                  | 3° 51'                | $(0. \bar{1}0. 1)$                    | 12.1 <sup>2</sup> | »         | 7° 50' <sup>2</sup>     | 7° 49'                |
| $(\bar{4}01)$                         | 17.8              | »         | 9° 42'                  | 9° 41'                | $(0. \bar{8}. 1)$                     | 16.8 <sup>2</sup> | »         | 10° 36'                 | 10° 37'               |
| $(\bar{5}01)$                         | 22.9              | »         | 13° 8'                  | 13° 10'               | $(0. \bar{6}. 1)$                     | 25.5 <sup>2</sup> | »         | 15° 10'                 | 15° 10'               |
| $(\bar{6}01)$                         | 27.8              | »         | 15° 31'                 | 15° 27'               |                                       |                   | 180° —    |                         |                       |
| $(\bar{8}01)$                         | 33.8              | »         | 18° 8'                  | 18° 13'               | $(\bar{1}10)$                         | 38.8              | — 55° 50' | 20° 34'                 | —                     |

$$(001):(0\bar{1}0) = \alpha = 93^\circ 48'; \quad (\bar{4}01):(\bar{2}01) = 17^\circ 49' \text{ (berechnet } 17^\circ 55').$$

<sup>1</sup> Nach berechneter Fehlorientierung sind die Werte korrigiert mit — 0° 30' für  $(\bar{2}01)$  ff., + 0° 14' für  $(0\bar{1}0)$  ff. usw.

<sup>2</sup> *a* ist vom Flecke  $(0\bar{1}0)$  aus gemessen.  $\alpha$  ist der Winkel zwischen der Fläche  $(0\bar{1}0)$  und der Fläche  $(0: \bar{1}0: 1)$  ff.

## Oligoklas von Valöberg bei Kragerö, Norwegen.

Graugrüner, glasglänzender Feldspat mit deutlicher Zwillingsstreifung an den Spaltflächen nach  $P$ . Sp. Gew. 2,671. Auslöschungswinkel auf  $P = 1^\circ 30'$ , auf  $M = 6^\circ 20'$ . Die Zusammensetzung dürfte also  $Ab_{77} An_{23}$  sein. Nach WÜLFING hat ein Plagioklas mit dieser Zusammensetzung folgende Winkel zwischen den Kristallachsen:

$$\begin{aligned}\alpha &= 93^\circ 30' \\ \beta &= 116^\circ 24' \\ \gamma &= 89^\circ 36'.\end{aligned}$$

*Diagramm nach P* (6). Das Präparat war ein Spaltstück nach  $P$ , 0,21 mm dick. Abstand 44 mm. Expositionszeit  $4\frac{1}{2}$  Stunden. Kleine, aber deutliche Punkte. Am Diagramm wurde u. a. gemessen und berechnet:

$$\varphi(100) = 89^\circ 40'; \quad \alpha = 93^\circ 45'.$$

|                     | $a$ in mm | $\varphi$                 | $\alpha$       |
|---------------------|-----------|---------------------------|----------------|
| $(\bar{2}01)$       | 12,0      | $89^\circ 40'$            | $7^\circ 37'$  |
| $(\bar{3}01)$       | 7,5       | "                         | $4^\circ 50'$  |
| $(\bar{4}01)$       | 17,8      | "                         | $11^\circ 1'$  |
| $(010)$             | 5,8       | $180^\circ 0'$            | $3^\circ 45'$  |
| $(0, \bar{1}0, 1)$  | 12,6      | $0^\circ$                 | $7^\circ 59'$  |
| $(0\bar{8}1)$       | 17,4      | $0^\circ$                 | $10^\circ 47'$ |
| $(\bar{4}\bar{4}1)$ | 11,3      | $57^\circ 35'$            | $7^\circ 12'$  |
| $(\bar{4}\bar{4}1)$ | 18,4      | $180^\circ - 58^\circ 5'$ | $11^\circ 21'$ |

$$\alpha(\bar{4}01) : (\bar{2}01) = 18^\circ 38'.$$

## Labradorit, Blaafield, Sogndals Kirchspiel, Stavangers Amt.

Dunkler, braunschwarzer Feldspat ohne deutliche Zwillingsstreifung. Auslöschungsschiefe auf  $P = 2^\circ 55'$ , auf  $M = 9^\circ 30'$ . Sp. Gew. 2,683. Die Zusammensetzung dürfte demnach etwa  $Ab_{58} An_{42}$  sein.

*Diagramm nach P* (51). Präparat 1,8 mm dick. Abstand 35,2 mm. Expositionszeit 30 Minuten. Röhre: Lilienfeldröhre mit Platinantikathode. Diagramm ohne Symmetrie: deutliche Zonenkurven. Am Diagramm wurde u. a. gemessen und berechnet:

|               | $a$ in mm | $\varphi$        | $\alpha$       |
|---------------|-----------|------------------|----------------|
| $(\bar{2}01)$ | 10,8      | $-96^\circ 5'$   | $8^\circ 32'$  |
| $(\bar{4}01)$ | 12,3      | $89^\circ 55'$   | $9^\circ 38'$  |
| $(\bar{6}01)$ | 21,3      | "                | $15^\circ 15'$ |
| $(\bar{8}01)$ | 26,1      | "                | $18^\circ 17'$ |
| $(110)$       | —         | $57^\circ 35'^1$ | —              |

$$\alpha(\bar{4}01) : (\bar{2}01) = 18^\circ 10'; \quad a : b : c = 0,635 : 1 : 0,538; \quad \gamma = 89^\circ 55'.$$

<sup>1</sup> Mittelwert.

*Diagramm nach M* (50). Präparat 1.8 mm dick. Abstand 35.3 mm. Expositionszeit 35 Minuten. Röhre: Lilienfeldröhre mit Platinantikathode. Diagramm mittelgut. Daran wurde u. a. gemessen und berechnet.

$$\beta = 63^{\circ} 40'.$$

### Anorthit, Tunaberg, Schweden.

Material vom Naturhistorische Reichsmuseum, Stockholm, Handstück Nr 5318. Nach FLINK<sup>1</sup> zeigt es »kaum Spuren von Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz. Dagegen ist Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz scharf markiert«. Auslöschung auf *P*  $44\frac{1}{2}^{\circ}$ , auf *M*  $34\frac{3}{4}^{\circ}$ . Sp. Gew. 2.752.

*Diagramm nach P*. Präparat 0.3 mm dick. Abstand 46.4 mm. Expositionszeit 5 Stunden. Diagramm ohne Symmetrie.

|                 | <i>a</i> in mm | $\varphi$         | $\alpha$         |
|-----------------|----------------|-------------------|------------------|
| ( $\bar{2}01$ ) | 15.7           | $-87^{\circ} 20'$ | $8^{\circ} 14'$  |
| ( $\bar{4}01$ ) | 15.1           | $92^{\circ} 40'$  | $9^{\circ} 1'$   |
| ( $\bar{8}01$ ) | 33.8           | »                 | $18^{\circ} 2'$  |
| ( $071$ )       | 18.3           | $0^{\circ} 0'$    | $10^{\circ} 46'$ |

$$\alpha (401) : (201) = 17^{\circ} 15'.$$

### Zusammenfassung der Beobachtungen an den Laue-diagramme der Feldspate.

Wenn wir auf die im vorhergehenden in aller Kürze erwähnten Beobachtungen an den Lauediagrammen der Feldspate einen Blick zurückwerfen, so können wir die Lösung einiger Probleme von allgemeinerem Interesse finden. Im folgenden werden diese jedes für sich besprochen.

### Ist der Natronorthoklas ein Mikroperthit?

Gleichwie man gefunden hat, dass die *Mikroperthite* durch alle Übergänge mit den *Perthiten* verbunden sind, hat man ebenso (nach BRÖGGER u. a.) die mikroskopisch lamellenfreien Kali-Natronfeldspate als Verwachsungen von *Orthoklas* mit *Albit* betrachten wollen, und sie demgemäss *Kryptoperthite* genannt. Mit den optischen Untersuchungsmethoden liess es sich jedoch nicht feststellen, ob die lamellare Verwachsung in eine isomorphe Mischung übergehe. Die Lauediagramme geben auf diese Frage eine sehr deutliche Antwort; es stellt sich heraus, dass in den scheinbar völlig homegenen *Natronorthoklasen* *Orthoklas* und *Albit* vorhanden sind.

<sup>1</sup> FLINK, G.: Bidrag till Sveriges mineralogi. 3. K. Svenska Vet.-Akad. Arkiv f. Kemi, Mineralogi o. Geologi. 1914. S. 83.



Die *Kali-Natronfeldspate* bilden also nicht, wie es mit den *Plagioklasen* der Fall ist, homogene, isomorphe Mischkristalle.

Die Diagramme vom *Orthoklasperthit* aus Holmsbo und vom *Natronorthoklas* aus Narsarsuk zeigen beide doppelte Diagrammflecke, dadurch entstanden, dass der *Kalifeldspat* und der *Natronfeldspat* jeder für sich die Röntgenstrahlen reflektieren. Bei den *Plagioklasen* erhält man dagegen einfache Flecke, ebenso bei den *Barytfeldspaten*. In diesen Gruppen sind also die isomorphen Mischungen vollkommen homogen.

### **Sind die monoklinen Feldspate nur submikroskopische Verwachsungen trikliner Elemente?**

Bekanntermassen hat GROTH u. a. geltend gemacht, dass Feldspate, die monokline Symmetrie zeigen, polysymmetrische Formen von triklinen Grundelementen seien. Da diese submikroskopisch sind, hat man sie bisher nicht nachweisen können, und die Frage ist also unbeantwortet geblieben.

Es lag nahe, die Lösung dieser Frage durch eine Untersuchung mit Röntgenstrahlung zu versuchen. Wenn ein grundwesentlicher Unterschied zwischen dem triklinen und dem monoklinen Feldspat herrschte, so würde dieser natürlich auch in der Kristallstruktur bemerkbar sein. Die symmetrischen Diagramme, die man von den Zwillingsformen der triklinen Formen erhält, wären dann nicht mit den Diagrammen der monoklinen Formen identisch. Vergleichen wir indessen die Diagramme vom *Orthoklas* mit denen vom *Mikroklin*, so werden wir bald die völlige Übereinstimmung erkennen. Nicht nur, dass wir in den Diagrammen dieselben Gitterebenen vertreten finden, sie treten auch ausserdem mit der gleichen Stärke und unter denselben Winkeln usw. auf<sup>1</sup>.

Auch die polysyntetischen Zwillingskristalle der *Plagioklase* geben Diagramme, die in auffallender Weise an die der sog. monoklinen Feldspate erinnern, und vom strukturellen Gesichtspunkt aus betrachtet sind sie mit den von entsprechenden monoklinen Formen erhaltenen Diagrammen identisch. GROTHS Auffassung von der Natur der monoklinen Feldspate hat sich also als richtig erwiesen.

### **Zeigen die Feldspate unter sich in struktureller Hinsicht grössere Unterschiede?**

Wie oben hervorgehoben wurde, zeigen die Lauediagramme, dass hinsichtlich der Struktur kein Unterschied zwischen einem monoklinen Feldspat und der entsprechenden triklinen Form besteht. Ebenso zeigen die in chemischer Hinsicht verschiedensten einen in hohem Grade gleichartigen Bau. Das Diagramm eines *Anorthits* kann unter gewissen Umständen ohne weiteres mit z. B. einem *Orthoklas*-Diagramm verwechselt werden.

<sup>1</sup> Die Schwankungen sind nicht so gross, dass man sie nicht auf die Fehlorientierung und die verhältnismässig geringe Genauigkeit, die man bei der Messung der Diagramme erhält, zurückführen kann. — Bisweilen kann man in den Mikroklin-Diagrammen mit monokliner Symmetrie die triklinen Elemente erkennen. Vergl. S. 11.

Da die Gleichheit der verschiedenen Formen so gross ist, fragt man sich mit Recht ohne Zweifel, ob die eventuell vorhandenen Unterschiede genügend gross seien um sicher nachgewiesen werden zu können. Ist dies der Fall, so darf man sie natürlich dem Unterscheiden der verschiedenen Formen zugrunde legen.

Im vorigen wurde betont, dass die *Kali-Natronfeldspate* sich durch ihre doppel-fleckigen Diagramme kennzeichnen. Diese letzteren zeigen uns demnach ungefähr die relative Menge von *Orthoklas* und *Albit*, die in dem Feldspat enthalten ist (vergl. S. 14). Die *Barytfeldspate* dürften sich am besten durch Luediagramme identifizieren lassen. Die Winkelverhältnisse bei ihnen weichen von denen der übrigen Feldspate wesentlich ab (vergl. S. 14 u. 15). Die einfachen Kristalle der *Plagioklase* (nicht die Zwillinge) geben leicht erkennbare, schiefe Diagramme. Dagegen kann man nur durch genaue Aufnahmen und Messungen die verschiedenen *Plagio-klase* von einander unterscheiden. Die Lаемethode ist deshalb hier nicht vorteil hafter als die gewöhnlichen optischen Bestimmungsmethoden. Wir werden aber im folgenden eine andere Methode beschreiben, die uns andere Möglichkeiten betreffs der Feldspatbestimmung bietet.

Tabelle über  $\alpha$  (401) : (201).

| M i n e r a l                                     | $\alpha$ (401) : (201) |         | Sp. Gew. |
|---|------------------------|---------|----------|
|   | K                      | Na      |          |
| 1. Adular, Egischhorn (5) .....                   | 18° 43'                | —       | 2.561    |
| 2. Sanidin, Drachenfels (99) .....                | 18° 37'                | —       | 2.566    |
| 3. Mikroklin, Pikes Peak (16) .....               | 18° 43'                | —       | 2.544    |
| 4.       , Pargas (48) .....                      | 18° 39'                | —       | 2.556    |
| 5.       , Tunaberg (108) .....                   | 18° 55'                | —       | 2.567    |
| 6. Mikroklinperthit, Furuholmen (38) .....        | 18° 30'                | —       | 2.562    |
| 7.       , Yxsjö (65) .....                       | 19° 4'                 | —       | 2.56     |
| 8. Mikroklinmikroperthit, Åker (63) .....         | 18° 40'                | —       | 2.568    |
| 9.       , Bolmarö (53) .....                     | 18° 59'                | 17° 50' | 2.582    |
| 10.       , Serrarsuit (107) .....                | 18° 31'                | 17° 26' | 2.580    |
| 11. Orthoklasmikroperthit, Holmsbo (80) .....     | 18° 43'                | 17° 44' | 2.423    |
| 12. Natronorthoklas, Fredriksvaern (44) .....     | 19° 3'                 | 17° 46' | 2.58     |
| 13.       , Langesundsfjord (71) .....            | 18° 59'                | 17° 44' | —        |
| 14.       , Narsasuk (105) .....                  | 18° 42'                | 17° 53' | 2.590    |
| Na Ca   |                        |         |          |
| 15. Albit, Kiribinsk (8) .....                    | —                      | 17° 49' | 2.614    |
| 16.       , Hult (72) .....                       | —                      | 18° 16' | 2.623    |
| 17. Oligoklas-Albit (Olafit), Snarum (23) .....   | —                      | 17° 59' | 2.61     |
| 18. Oligoklas, Brömsbo bei Tvedestrand (22) ..... | —                      | 18° 17' | —        |
| 19.       , Valöberg (6) .....                    | —                      | 18° 38' | 2.671    |
| 20. Andesin, Skottvång (78) .....                 | —                      | 18° 12' | 2.689    |
| 21. Labradorit, Labrador (12) .....               | —                      | 18° 15' | 2.688    |
| 22.       , Blaafjeld (51) .....                  | —                      | 18° 10' | 2.683    |
| 23. Anorthit, Tunaberg (19) .....                 | —                      | 17° 15' | 2.752    |
| K Ba  |                        |         |          |
| 24. Hyalophan, Binnenthal (25) .....              | —                      | 18° 45' | 2.72     |
| 25.       ,       (27) .....                      | —                      | 18° 45' | —        |
| 26. Celsian, Jakobsberg (92) .....                | —                      | 20° 0'  | 3.384    |
| 27.       ,       (95) .....                      | —                      | 19° 12' | —        |

### Röntgenogramme nach der Debye-Hullmethode.

Im December 1915 berichtet P. DEBYE über eine Serie Experimente, die sich auf eine neue röntgenographische Untersuchungsmethode gründeten. Im Oktober 1916 legt A. W. HULL in der American Physical Society die Grundzüge einer Methode vor, die im grossen Ganzen dieselbe ist wie die von P. DEBYE verwendete und im December 1917 gibt er eine ausführlichere Beschreibung dieser Methode und der ziemlich umfassenden Untersuchungen, die er nach ihr vorgenommen hat. Wiewohl DEBYE unzweifelhaft das Prioritätsrecht hat, scheint es doch, als ob HULL ganz selbständig seine Methode ausgearbeitet habe.

Die Debye-Hullmethode dürfte zu bekannt sein, um hier eine nähere Beschreibung nötig zu haben. Die Methode ist bisher, soviel ich weiss, von DEBYE, SCHERRER und HULL u. a. aber ausschliesslich zwecks Strukturbestimmungen verwendet worden. Im folgenden wird über einige Versuche berichtet, diese Methode zur Mineralanalyse zu verwerten.

**Röntgenröhre.** DEBYE und SCHERRER haben bei ihren Untersuchungen eine von RAUSCH v. TRAUENBERG konstruierte Röntgenröhre mit Kupfer- oder Platinantikathode verwendet. HULL benutzt Coolidge-Röhren mit Wolfram- oder Molybdenantikathode. Aus diesen Röhren erhält man mittels Filtren eine monochromatische Strahlung.

Bei meinen früheren Versuchen habe ich Röhren von ähnlicher Konstruktion verwendet. Diese Röhren erfordern eine Expositionszeit von zwei Stunden oder mehr<sup>1</sup>. Um die Expositionszeit herabbringen, hat der Verf. eine Menge Versuche mit verschiedenen Röhrentypen angestellt, und da er schliesslich einen oder richtiger zwei Typen erhalten hat, die auch hohen Anforderungen genügen, so seien sie hier kurz beschrieben. Beide Röhren sind von Prof. M. SIEGBAHN konstruiert worden.

**Metallröhre**<sup>2</sup>. Die Röhre hat Granatform und ist von Metall. An ihre Spitze ist ein konisches Metallrohr angelötet, das oben mit drei Löchern für Aluminiumfenster, unten mit einem kegelförmigen Schliff für die Antikathode versehen ist. Der Boden des Granats besteht aus einem mit Siegellack angekitteten Hochspannungsisolator, worin die Kathode befestigt ist. In die Röhrenwand ist ein Palladiumrohr mit Schutzhülse angelötet. Vorrichtung für Wasserkühlung ist in der Antikathode, der Kathode und an dem spitzen Teil des Röhrenkörpers angebracht. Die Röhre ist mit einer Molekularpumpe unmittelbar verbunden.

Diese Röhre hat sich als besonders vorteilhaft auch bei Dauerbetrieb erwiesen. Bei Expositionen von 15—20 Minuten braucht man nur die Antikathode zu kühlen. Das Vakuum kann mit dem Palladiumrohr oder den Pumpen geregelt werden. Die

<sup>1</sup> HULL exponiert 3—20 Stunden, DEBYE und SCHERRER 2—4 Stunden.

<sup>2</sup> HADDING, 4.



Camera kann man dicht neben die Antikathode hinstellen; der Abstand der Antikathode vom Aluminiumfenster ist nur etwa 1 cm. Bei der Aufnahme der Diagramme ist der Abstand Antikathode-Präparat 5 cm<sup>1</sup> und die Expositionszeit 15—40 Minuten. Gute Diagramme wurden sogar bei einer Belichtung von 10 Minuten gewonnen.

**Glas-Metallröhre.** Die Röhre besteht aus einem unteren Teil (aus Metall) mit der Antikathode und einem oberen Teil (aus Glas) mit der Kathode. Der untere Teil ist mit Aluminiumfenstern versehen und durch ein Rohr mit der Molekularpumpe verbunden. Abstand Kathode-Antikathode etwa 10 cm. Kühlungsanordnung ist an der Antikathode und an dem Metallkörper angebracht.

Die Röhre hält ein sehr konstantes Vakuum und erfordert so gut wie keine Aufsicht. Die Expositionszeit war oft 1—3 Stunden, also bedeutend länger als mit der Metallröhre.

**Strom.** Die Effektivität der Röntgenstrahlung ist abhängig von der Stärke und der Spannung des Stromes in der Röhre. Das beste Resultat wurde gewonnen, wenn die Spannung 35—40 Kilovolt und die Stromstärke 15—20 Milliamp. war.

**Präparat.** Bekanntlich gründet sich die Debyemethode auf die Anwendung von kristallinem Material in Pulverform und ohne Orientierung. Fein- und kryptokristalline Salze können demnach unmittelbar, die grobkristallinen erst nach Pulverisierung verwendet werden. Das Material kann man entweder zu einem Stäbchen zusammenpressen oder es ganz einfach in eine Hülse von dünnem Gelatinenpapier mit 1—2 mm Durchmesser einschliessen.

**Camera.** Die benutzte Camera ist von möglichst einfacher Konstruktion. Sie besteht aus einer cylindrischen Bleidose mit einem inneren Diameter von 6 cm und mit Wänden von 1 cm Dicke. Sie hat zwei diagonal gebohrte Löcher; in dem einen ist ein Bleicylinder mit einer Rohrspalte von 2 mm Durchmesser festgeschmolzen, das andere ist mit schwarzem Papier bedeckt. In der Mitte vom Boden der Dose ist eine Messingröhre befestigt, worauf die Präparathalter angepasst sind. Der Deckel ist von Blei und schliesst vollständig eng und lichtdicht an die Dose an. An seiner unteren Seite sitzt ein niedriger Cylinder dessen Achse mit derjenigen der Dose zusammenfällt. Der Film wird durch ein Gummiband an dem Cylinder festgeklemmt. Der Durchmesser des Filmcylinders ist in den beiden benutzten Cameras 50.3 bzw. 49.9 mm.

Film sowie Präparat kann bequem in die Camera hineingesetzt oder umgetauscht werden. Die einzige Justierung, die bei jeder Exposition nötig ist, ist das Einstellen der Camera an der Röhre. Dies ist indessen in einigen Sekunden erledigt.

---

<sup>1</sup> Bei DEBYE-SCHERRERS Versuchen war der Abstand 12 cm, bei HULLS Versuchen 15 cm.

### Messung und Berechnung der Diagramme.

Für die Aufnahme der Diagramme ist der Film zu einem ganzen Cylinder um das Präparat herumgebogen<sup>1</sup>. Auf dem Film liegen deshalb die Linien symmetrisch zu beiden Seiten vom Einstichspunkte des direkten Strahls<sup>2</sup>.

Zwecks der Berechnung der Diagramme wird der Abstand  $A$  zwischen zwei zusammengehörigen (= symmetrisch liegenden) Linien gemessen. Der Glanzwinkel  $\varphi$  für die die Linien erzeugende Gitterebene erhält man da aus der Gleichung

$$\varphi = A \frac{90}{\pi \cdot D}$$

$D$  ist der Durchmesser des Filmcylinders während der Exposition<sup>3</sup>.

Die Abstände zwischen den Linien sind direkt auf dem Film gemessen. Zum Zwecke der Kontrolle ist ausserdem die Lage jeder Linie im Verhältnis zu einer in den Film geritzten Referenzlinie bestimmt worden. Die Messungen geben Werte, die um 0.1—0.3 mm schwanken, was auf die undeutlichen Grenzen der Linien zurückzuführen ist.

Da die benutzte Strahlung (gewöhnlich Cu-Strahlung) nicht immer das Präparat durchdringt, erhält man Sekundärstrahlung meistens nur von der Fläche des Präparats. Der Abstand  $A$  wird deshalb nicht von der Mitte der Linien oder Bänder aus gemessen, sondern von ihren äusseren Rändern. Der gemessene Abstand wird dann um den Durchmesser des Präparats vermindert. Die Linien mit dem kleinsten Ablenkungswinkel sind im allgemeinen schmal, die mit dem grössten Ablenkungswinkel breit und gewöhnlich diffuser.

### Die Debye-Diagramme der Feldspate.

Die Debye-Diagramme der Feldspate sind reich an Linien die aber immer schwach und diffus sind. Diese Mineralien sind demnach für Debye-Analysen weniger geeignet, ich habe überhaupt kein Mineral angetroffen, das schlechtere Debye-Diagramme gibt. Die Messung der Diagramme ist deshalb besonders schwierig, und die Berechnung der Gitterkonstanten gibt gar keine genauen Werte. Es wäre zwecklos, diese Werte einer Strukturberechnung zu grunde zu legen, und wie schon in der Einleitung hervorgehoben wird habe ich auch aus anderen Gründen so was nicht erstrebt. Ich hoffte statt dessen durch meine Debye-Untersuchungen die verschiedenen Feldspatformen von einander unterscheiden und sie in dichten Gesteinen,

<sup>1</sup> Bei DEBYE-SCHERRERS Versuchen war der Film in zwei Teile geteilt und an beide Seiten der Camera placiert.

<sup>2</sup> Der Film ist hier durchgebohrt, um störende Sekundärstrahlung zu vermeiden.

<sup>3</sup> Die Gitterkonstante wird dann aus der Gleichung  $n\lambda = 2d \sin \varphi$  erhalten.

oder überhaupt so oft die optischen Bestimmungsmethoden nicht zu verwenden sind, identifizieren zu können. Die Untersuchung ergibt indessen, dass die Debye-Methode sich in dieser Hinsicht nicht so gut verwerten lässt, wie es zu wünschen wäre. In nebenstehender Tabelle werden die Werte für  $d/n$  angegeben, die man bei der Berechnung einiger Debye-Diagramme aus BRAGGS Formel  $n\lambda = 2d \sin \varphi$  erhält.

Tabelle über einige aus Debye-Diagrammen berechnete Gitterkonstanten verschiedener Feldspatformen.

| <i>Adular</i><br>Eggischhorn | <i>Mikroklin</i><br>Pikes Peak | <i>Mikroklin</i><br>Pargas | <i>Albit</i><br>Kiribinsk | <i>Albit</i><br>Malmberget | <i>Oligoklas</i><br>Nödinge | <i>Oligoklas</i><br>Tvedestrand | <i>Andesin</i><br>Bodenmais | <i>Labradorit</i><br>Ojamo | <i>Labradorit</i><br>Labrador | <i>Bytownit</i><br>Bytown | <i>Anorthit</i><br>Vesuv |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 3.45                         | —                              | —                          | —                         | 3.49                       | 3.54                        | 3.44                            | 3.59                        | 3.54                       | 3.59                          | 3.49                      | 3.54                     |
| 3.05                         | 3.03                           | 3.15                       | 3.16                      | 3.17                       | 3.08                        | —                               | 3.14                        | 3.07                       | 3.08                          | 3.13                      | 3.16                     |
| 2.77                         | 2.79                           | 2.83                       | —                         | —                          | 2.86                        | 2.91                            | 2.91                        | 2.83                       | 2.84                          | 2.86                      | 2.91                     |
| 2.41                         | 2.44                           | 2.49                       | 2.43                      | 2.43                       | 2.53                        | 2.33                            | 2.53                        | 2.47                       | 2.50                          | 2.45                      | 2.38                     |
| 2.30                         | 2.25                           | 2.39                       | 2.16                      | 2.24                       | 2.15                        | 2.18                            | 2.16                        | 2.20                       | 2.24                          | 2.22                      | 2.21                     |
| 2.00                         | 2.08                           | 2.14                       | 2.01                      | 2.10                       | 2.09                        | 2.01                            | 2.02                        | —                          | 2.13                          | 2.11                      | 2.08                     |
| —                            | —                              | 1.97                       | —                         | 1.96                       | 1.96                        | 1.97                            | 1.97                        | 1.95                       | 1.94                          | 1.96                      | 1.96                     |
| —                            | 1.90                           | —                          | 1.92                      | 1.90                       | 1.91                        | 1.89                            | 1.92                        | 1.88                       | —                             | 1.91                      | 1.89                     |
| 1.75                         | 1.75                           | 1.77                       | 1.73                      | 1.72                       | 1.74                        | 1.78                            | 1.78                        | 1.75                       | 1.74                          | —                         | 1.76                     |
| —                            | 1.67                           | —                          | 1.68                      | 1.68                       | 1.69                        | 1.71                            | 1.70                        | 1.70                       | 1.69                          | 1.69                      | 1.70                     |
| 1.60                         | —                              | —                          | 1.59                      | 1.57                       | 1.58                        | 1.55                            | —                           | 1.57                       | 1.55                          | 1.57                      | 1.57                     |
| —                            | 1.50                           | 1.51                       | —                         | 1.51                       | 1.51                        | —                               | 1.51                        | —                          | —                             | 1.50                      | 1.53                     |
| 1.46                         | 1.44                           | 1.45                       | 1.47                      | 1.47                       | 1.46                        | 1.43                            | —                           | 1.47                       | 1.45                          | 1.43                      | 1.46                     |
| 1.41                         | —                              | 1.39                       | 1.36                      | 1.38                       | 1.37                        | 1.38                            | 1.39                        | 1.38                       | 1.39                          | 1.36                      | 1.37                     |
| 1.36                         | 1.35                           | 1.30                       | —                         | 1.35                       | 1.35                        | 1.33                            | 1.31                        | 1.35                       | 1.34                          | 1.29                      | 1.33                     |
| 1.26                         | 1.25                           | 1.26                       | 1.23                      | 1.22                       | 1.22                        | 1.23                            | 1.23                        | 1.22                       | 1.24                          | 1.23                      | 1.23                     |
| 1.19                         | 1.19                           | 1.20                       | —                         | 1.19                       | —                           | 1.20                            | 1.19                        | 1.17                       | 1.21                          | 1.19                      | 1.18                     |

Wie aus der Tabelle hervorgeht zeigen die verschiedenen Formen ziemlich gleiche Diagramme. Die kleinen und regelmässigen Veränderungen der Gitterkonstanten, die ganz gewiss bei den Plagioklasen mit der Veränderung des Ab-An-Gehalts vorgehen, kommen nicht zum Vorschein, weil die geringe Genauigkeit, womit sich die Diagramme ausmessen lassen, die Werte verrücken. Trotz aller Nachteile dieser Methode dürfte sie doch bei der Identifizierung gewisser Feldspatformen von Nutzen sein. Besehen wir die in der Tabelle angeführten Werte für die Kalifeldspate (*Adular-Mikroklin*) und die Natronfeldspate (die *Albit*formen), werden wir bei einigen Werten einen durchgehenden Unterschied bemerken. Noch deutlicher tritt dies Verhältnis hervor, wenn wir diese Werte mit den aus einem Diagramm von Natronorthoklas berechneten vergleichen. Folgende Tabelle zeigt die aus den Diagrammen der Kali- und der Natronfeldspate berechneten Mittelwerte, verglichen mit denjenigen, die aus einem Diagramm von *Natronorthoklas* aus Narsarsuk berechnet worden sind. Einige Linien in diesem letzteren Diagramm sind mehr oder weniger deutlich doppel. Aus der folgende Tabelle geht unzweideutig hervor, dass die eine Linie der Dublette mit derjenigen des Kalifeldspats, die andere mit der des Natronfeldspats identisch ist. Die aus diesen Linien berechneten Werte sind gewöhnlich



| I    | II   | III  | I    | II   | III  |
|------|------|------|------|------|------|
| —    | 3.11 | 3.17 | —    | 1.71 | 1.73 |
| 3.04 | 3.06 | —    | 1.67 | 1.67 | 1.68 |
| —    | 2.83 | —    | 1.60 | 1.59 | 1.58 |
| 2.78 | 2.80 | —    | 1.50 | 1.49 | 1.51 |
| 2.43 | 2.48 | 2.43 | 1.45 | 1.43 | 1.47 |
| 2.28 | 2.30 | —    | 1.41 | —    | 1.37 |
| —    | 2.13 | 2.20 | 1.36 | 1.35 | 1.35 |
| 2.04 | 2.00 | 2.06 | 1.26 | 1.26 | —    |
| —    | 1.95 | 1.96 | —    | 1.23 | 1.23 |
| 1.90 | —    | 1.92 | 1.19 | 1.19 | 1.19 |
| 1.75 | 1.77 | —    |      |      |      |

- I. *Kalifeldspat*, Mittelwerte aus drei Diagramme.  
 II. *Natron-Orthoklas*, Narsarsuk.  
 III. *Natronfeldspat*, Mittelwerte aus zwei Diagramme.

die im Diagramme am besten markierten, hier ist demnach eine Möglichkeit vorhanden, mit genügend grosser Sicherheit mittels einer Debye-Aufnahme den Kali- bzw. Natronfeldspat zu identifizieren. Zur Identifizierung besonders geeignet sind folgende Mittelwerte für  $d/n$

|                      |      |      |
|----------------------|------|------|
| Kalifeldspat .....   | 1.76 | 1.26 |
| Natronfeldspat ..... | 1.72 | 1.23 |



## Literaturverzeichnis.

1. BRAGG, W. H. and W. L.: X Rays and Crystal Structure. London 1918.
  2. DEBYE, P. und P. SCHERRER: Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht. Nachr. d. Königl. Gesellsch. d. Wissenschaften zu Göttingen. 1916.
  3. HADDING, A.: Några Luediagram av fältspat. Kungl. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F. Bd 29. Nr 23. 1918.
  4. —: Eine neue Röntgenröhre für Debyesche Aufnahmen. Zeitschr. für Physik. Bd 3. 1920.
  5. HINTZE, C.: Handbuch der Mineralogie. Bd 2. Leipzig 1897.
  6. HULL, A. W.: A new method of X-ray crystal analysis. Physical Review, N. S., Vol. X. 1917.
  7. USSING, N. V.: Alkalifeldspaterne i de sydgrönlandske Nefelinsyeniter. Medd. om Grönland. 1893.
  8. WÜLFING, E. A.: Lassen sich die kristallographischen Fundamentalwinkel der Plagioklase mit der Zusammensetzung in gesetzmässige Beziehung bringen? Sitzungsberichte Heidelberger Akad. d. Wiss. 1915.
- 

## Tafel-Erklärung.

Luediagramme von Feldspaten nach  $P$  (001).

- Fig. 1. *Adular* von Eggischhorn (Diagr. 142).  
Fig. 2. *Mikroclinmikroperthit*, Bolmarö (Diagr. 53). Or: Ab ungef. 2:1.  
Fig. 3. *Mikroclinmikroperthit*, Serrarsuit (Diagr. 107). Or: Ab = 72:28.  
Fig. 4. *Natronothoklas*, Narsarsuk (Diagr. 105). Or: Ab = 52:48.  
Fig. 5. *Celsian*, Jakobsberg (Diagr. 92).  
Fig. 6. *Andesin*, Skottvång (Diagr. 78).
-



1



2



3



4



5



6





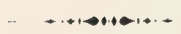
LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 17. Nr 7.  
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 82. Nr 7.

---

# ÜBER VERSCHIEDENE GESICHTSPUNKTE BEI DER GRUNDLEGUNG DER MATHEMATISCHEN ANALYSIS

VON

T. BRODÉN



LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 13. April 1921 vorgelegt.

LUND 1921  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI



Ich glaube die folgenden Betrachtungen kaum besser einleiten zu können als durch das Zitieren einiger treffenden Worte, welche ein mathematisch-philosophischer Verfasser schon vor ca. 30 Jahren geschrieben hat<sup>1</sup>:

»Es ist ein eigenthümlicher Charakterzug der Mathematik, dass diese exacteste aller Wissenschaften es liebt, umfangreiche Theorien und Entwicklungen auf Begriffe zu gründen, deren logische Natur kaum erörtert zu werden pflegt, weit gehende Schlüsse aus Prämissen zu ziehen, deren Erkenntnisstheoretische Bedeutung nicht untersucht wird, und ein hohes, in sich selbst wohl gefestigtes Lehrgebäude zu errichten auf Fundamenten, von deren Sicherheit man sich in den seltensten Fällen überzeugt hat. — — — Daher bietet sie uns das seltene Schauspiel dar, dass alle ihre Grundbegriffe erst, nachdem man sich ihrer schon Jahrhunderte lang als selbstverständlicher Convenienzen bedient hatte, einer kritischen Behandlung unterworfen wurden. Wo aber immer ein Mathematiker sich entschloss, an diese wichtige Aufgabe heranzutreten, da hat er sie in den meisten Fällen sehr bald wieder fallen lassen. Denn solche Untersuchungen haben häufig genug keinen andern Erfolg gehabt, als den Forscher, der ihrer Schwierigkeiten nicht Herr wurde, unsicher und misstrauisch zu stimmen gerade gegen die Begriffe, die zu klären er anfänglich bestrebt war. Kein Wunder daher, wenn die Mathematik, welcher derartige Betrachtungen nicht allein ungewohnt und unbequem, sondern auch in der freien Forschung hinderlich waren, sich schliesslich für den inneren Werth und die logische Berechtigung ihrer Resultate allein auf die Exactheit der Methoden berief und alles weitere der Philosophie überliess, nicht immer zum Vorthail der Sache.

Denn nur selten fanden sich philosophische Köpfe, welche zugleich mathematisch genug geschult waren, um beiden Seiten der Frage gerecht zu werden, und eine glückliche Doppelbegabung, wie sie etwa DESCARTES und LEIBNITZ besaßen, ist so vereinzelt gewesen, dass man sich kaum über die vielen einseitigen Ansichten wundern darf, welche im Laufe der Zeit über die mathematischen Grundbegriffe geäußert sind. Daher ist es erst allmählich dem einmüthigen Zusammenarbeiten der beiden Wissenschaften gelungen, auch in dieses, immer noch wenig berührte Forschungsgebiet einzudringen und das Dunkel einigermaßen zu zerstreuen, welches

---

<sup>1</sup> WALTER BRIX, Der mathematische Zahlbegriff und seine Entwicklungsformen. Eine logische Untersuchung. Philosophische Studien, herausg. v. Wilhelm Wundt. Bd 5. Leipzig 1889. S. 632.

die Bequemlichkeit der zünftigen Mathematiker und die zu geringe formale Schulung einseitiger Philosophen darüber gedeckt hatten.»

Diese Beschreibung der Sachlage ist heute noch im Grossen und Ganzen zutreffend, obgleich in den letzten Dezennien mathematisch-philosophische Forschungen viel intensiver als vorher betrieben worden sind. Zur Ergänzung fügen wir ein Paar neuere Zitate hinzu.

»Die natürlichen Schwierigkeiten, welche sich dem Verständnis tieferliegender Untersuchungen über die Grundlagen der Mathematik entgegenstellen, haben eine ganz besondere Folge. Trotz des allgemeinen Interesses, dessen diese Untersuchungen bei allen Mathematikern sicher sind (?), spielen sich doch die grundlegenden Auseinandersetzungen nur in dem verhältnismässig kleinen Kreise ab, der sich auf alle Einzelheiten einzuarbeiten in der Lage ist, und es ist ausserordentlich schwer, für jeden Nichtbeteiligten, ja, sogar selbst für den zeitweise Nichtbeteiligten den Überblick über den jeweiligen Stand der Frage zu behalten. In vielen Fällen werden auch dieselben Schwierigkeiten und Streitfragen in veränderter Form und Ausdrucksweise von neuem behandelt, ohne dass immer erkennbar ist, dass es sich wieder um dieselben Gegensätze handelt<sup>1</sup>.»

Bemerkenswert ist auch folgende Äusserung eines anderen Mathematikers<sup>2</sup>.

»Der Tag ist noch nicht gekommen, wo in der Prinzipienforschung ein Autor auf den Ergebnissen des anderen weiterbauen kann.»

Diese letzte Aussage ist natürlich nicht allzu buchstäblich zu nehmen. Aber jeder Forscher in diesen Gebieten will gern seinen eigenen Grund legen und das ganze vom Anfang an entwickeln. Und die grundlegenden Gesichtspunkte sowie auch die Ausdrucksweise können bei verschiedenen Verfassern so verschieden sein, dass der eine sich im Gedankengebäude des anderen mehr oder weniger als Fremdling fühlen muss. Dies hindert andererseits nicht, dass verschiedene Autoren im Grunde mehr mit einander gemeinsam haben können als es beim ersten Anblick vielleicht aussieht.

Die folgenden Zeilen enthalten einige möglichst objektiv gehaltene allgemeine Bemerkungen über die etwas konfuse Verhältnisse; andererseits werden gewisse Gesichtspunkte besonders hervorgehoben, welche dem Verf. wichtig und beachtenswert erscheinen.

---

Für die mathematische Analyse sind die ganzen positiven Zahlen von fundamentaler Bedeutung. Die Begründung der Analysis muss daher in sehr wesentlichem Masse eine Grundlegung der Theorie dieser Zahlen werden. Wer sich hierbei so bequem als möglich einrichten will erklärt vielleicht ganz einfach, dass die

---

<sup>1</sup> F. BERNSTEIN, Die Mengenlehre Georg Cantors und der Finitismus. Jahresber. d. deutschen Math.-Ver. Bd 28 (1919), S. 63.

<sup>2</sup> H. WEYL, Das Kontinuum. Kritische Untersuchungen über die Grundlagen d. Analysis. Leipzig 1918. Vorwort.



Reihe (positiver) ganzer Zahlen durch unmittelbare Intuition gegeben ist. Da aber dies nicht so zu verstehen sein kann, dass alle Eigenschaften der ganzen Zahlen der unmittelbaren Intuition zugänglich sind, so müssen die verschiedenen Momente der Intuition näher angegeben werden. Man will dann etwa so sagen: jede Zahl hat eine bestimmte nachfolgende, und jede mit Ausnahme für eine einzige (die 1) auch eine nächstvorangehende. Dies ist aber eine sehr unvollständige Charakteristik der Zahlenreihe; und sie wird (bekanntlich) auch nicht vollständig, wenn man die allgemeinen Begriffe »vor« und »nach« einführt und hierbei festsetzt, dass wenn  $b$  nach  $a$  folgt, und  $c$  nach  $b$ , dann auch  $c$  im Verhältnis zu  $a$  nachfolgend ist. Dagegen reicht es hin, wenn man noch dies hinzufügt: jede spezielle Zahlenmenge hat (wie die ganze Menge) ein *erstes* Element, d. h. enthält eine Zahl, welche den übrigen zur Menge gehörenden vorangeht. (Die heutzutage bekannte Tatsache, dass dies nicht aus den übrigen Forderungen folgt, lässt sich durch einfache Beispiele nachweisen. Ein solches Beispiel: die Menge aller rationalen Zahlen der Form  $\frac{n-1}{n}$  oder  $2 \pm \frac{n-1}{n}$ ; die Zahlen von dieser letzten Form haben kein erstes Element, da sie sich gegen 1 häufen, ohne dass die Zahl 1 zur Gesamtmenge gehört). — Jetzt lässt sich — wie man weiss — das Prinzip der (finiten) mathematischen Induktion (Beweismethode von  $n$  zu  $n+1$ ) mit Leichtigkeit hervordeduzieren: ein von  $n$  abhängiger Satz gelte für  $n+1$ , wenn er für  $n$  gilt, und sei überdies für  $n=1$  wahr; dann gilt er für alle  $n$ ; man betrachte nämlich diejenigen Zahlen, für welche der Satz eventuell nicht gilt; unter ihnen giebt es nach der letzten der obigen Festsetzungen eine erste  $e$ ;  $e$  ist nicht die Zahl 1, für welche der Satz ja gelten sollte; also hat  $e$  eine nächstvorangehende Zahl  $v$ ; für  $n=v$  ist der Satz gültig, da  $e$  die erste Zahl bedeuten sollte, welche Ungültigkeit giebt; aus Gültigkeit für  $n=v$  folgt aber nach der Annahme auch Gültigkeit für  $n=v+1=e$ ; dieser Widerspruch zeigt die Richtigkeit der Behauptung, d. h. die Gültigkeit des Induktionsprinzips. Und wenn man dieses Prinzip erreicht hat, besitzt man hinreichende Voraussetzungen um die für ganze positive Zahlen geltenden Rechnungsgesetze zu deduzieren.

Was kann nun gegen den so beschriebenen Standpunkt einzuwenden sein? Jedenfalls folgende zwei Dinge. Erstens: es wurde nicht nachgewiesen, dass die festgestellten Bedingungen mit einander verträglich sind, n. a. W. dass das System von Bestimmungen an keinem latenten Widerspruch leiden; die Intuition könnte ja möglicherweise irre führen, betrüglich sein. Und zweitens wurde ja nicht die Zahlen als solche beschrieben, sondern lediglich Relationen unter ihnen; und ganz dieselben Relationen können auch zwischen anderen Dingen bestehen, z. B. zwischen Punkten auf einer geraden Linie; definiert wurde nur den Begriff einer einfachen unendlichen Reihe von Dingen.

Eine mögliche Antwort auf diese zweite Einwendung wäre ganz einfach die folgende: die ganzen Zahlen sind nur Symbole, mittels deren man die verschiedenen Glieder einer einfachen Reihe markiert. Und zur Frage nach der Wider-



spruchsfreiheit könnte man sich etwa so stellen: freilich kann es von theoretischem Interesse sein, einen streng logischen Beweis dafür nachzustreben; aber auch ohne einen solchen Beweis kann man doch schwerlich auf der Widerspruchsfreiheit zweifeln.

Man muss den hiermit angegebenen Standpunkt gewissermassen respektieren. Es ist, kann man sagen, die natürliche Auffassung der »unphilosophischen« Mathematiker, welche freilich eine gewissermassen feste Formulierung der Prinzipien zu schätzen wissen, aber für eine mehr tiefgehende Entscheidung über das Verhältnis zwischen Mathematik und Erkenntnistheorie oder überhaupt die philosophische Bedeutung der Mathematik mehr gleichgültig sind. Und zu ihnen können ja — leider — auch sehr geniale Mathematiker gehören. Und ferner: es ist nicht ausgeschlossen, dass auch im vorliegenden Falle, wie es nicht selten geschieht, ein gründliches Nachdenken dazu führen kann, dass man wenigstens in gewissen Hinsichten einer naiveren Auffassung Recht giebt.

An die Theorie der Zahlen schliesst sich übrigens die Betrachtung *des Zählens*. Das Zählen besteht darin, dass man, von einem gewissen Dinge ausgehend, Schritt für Schritt je ein neues Ding hinzufügt. *A priori* giebt es für dieses Verfahren keine Grenze: es lässt sich denken, dass jedem Schritte ein neuer folgt. Aber die logische Charakterisierung des Prozesses ist hiermit nicht abgeschlossen: der Inhalt desselben muss damit äquivalent sein, dass die gezählten Dinge eine einfache Reihe bilden, im oben angegebenen Sinne. Die ganze Situation wird nicht wesentlich dadurch verändert, dass man den Gesichtspunkt eines Prozesses eingeführt hat: nur werden die Begriffe »vor« und »nach« mit »früher« und »später« im Prozesse gleichbedeutend.

Es mag hier noch daran erinnert werden, dass den Begriff der *Anzahl* nicht mit dem Begriffe Zahl zusammenfällt, sowie auch dass »Gleichheit in Anzahl« sich leicht definieren lässt, während dies bei dem nackten Begriffe Anzahl sich jedenfalls ungleich schwerer fällt.

---

Bisweilen giebt man der Grundlegung der Zahlenlehre einen gewissen philosophischen (oder quasiphilosophischen) Anflug, ohne dass es von tiefer gehenden philosophischen Erwägungen die Rede ist.

Gewissermassen gilt dies z. B. bei H. HANKEL, als er in einem bekannten Buche<sup>1</sup> sagt: »Was es heisst, ein Objekt 1 mal, 2 mal, 3 mal . . . denken oder setzen, kann bei der principiellen Einfachheit des Begriffes der Setzung (Position) nicht definiert werden. Eine absolute, ganze Zahl 1, 2, 3 . . . sagt aus, es solle ein Objekt 1, 2, 3 . . . mal gesetzt werden, und es bedeutet  $1e$ ,  $2e$ ,  $3e$  . . . das Resultat der wiederholten Position von  $e$ .« Da dieser Ausdruck »wiederholte Position eines Objektes« ganz unvermittelt auftritt, so kann es wenigstens aussehen, als ob es sich

---

<sup>1</sup> Theorie der complexen Zahlensysteme. Leipzig 1867. S. 1.

um etwas »metaphysisches« handelte (etwa im Sinne KANTS). Aber der Ausdruck braucht ja nur so aufgefasst werden, dass man von den Verschiedenheiten der gezählten Dinge absieht, obgleich sie verschiedene Objekte sind, wodurch das ganze sich darauf reduziert, dass man sich — wie so oft in der Mathematik vorkommt — der Bequemlichkeit wegen eine uneigentliche Ausdrucksweise benutzt.

Eine analoge Äusserung findet man bei POINCARÉ<sup>1</sup>: die Überzeugung von der Zuverlässigkeit der mathematischen Induktion »kommt daher, weil es nur die Bestätigung der Geisteskraft ist, welche überzeugt ist, sich die unendliche Wiederholung eines und desselben Schrittes vorstellen zu können, wenn dieser Schritt einmal als möglich erkannt ist. Der Verstand hat von dieser Macht eine direkte Anschauung, und die Erfahrung kann für ihn nur eine Gelegenheit sein, sich derselben zu bedienen und dadurch derselben bewusst zu werden.« Diese nicht besonders krystallhellen Worte wollen, näher präzisiert, eine Antwort auf die Frage geben, warum wir ohne weiteres davon überzeugt sind, dass der Begriff einer einfachen Reihe keinen Widerspruch verbirgt. Bevor man aber diese Frage überhaupt stellt, soll man doch präzisiert haben, was unter einer einfachen Reihe zu verstehen ist<sup>2</sup>. Und die ganze Frage ist übrigens von komplizierter psychologischer Natur.

Neuerdings hat sich G. MITTAG-LEFFLER über den Begriff der ganzen Zahlen ausgesprochen, in einer Weise, welche — so viel ich sehe — mit der Poincaré'schen in ziemlich guter Übereinstimmung steht. Es geschieht in zwei Schriften<sup>3</sup>, welche den Hauptzweck haben dürften, die Weierstrass'sche Theorie der Irrationalzahlen in definitiver Form darzustellen. Einige Bemerkungen im Anschluss zu diesen Schriften folgen weiter unten.

Aber hier noch einige Worte über Poincaré. Natürlich ist er nicht zu den »unphilosophischen« Mathematikern zu zählen, da er sogar von sehr lebhaften philosophischen Interessen beseelt war. Aber seine Bedeutung für »die mathematische Disciplinierung der Philosophie« (dieser Ausdruck geht auf HELMHOLTZ zurück) steht zu seinem grossen mathematischen Genie in gar keinem Verhältnis. Und er ist als Philosoph von verschiedenen Seiten her vielfach überschätzt worden. Ich kann mir das Vergnügen nicht versagen, in diesem Zusammenhange einige denkwürdige Worte zu zitieren, welche ein bekannter Mathematiker geäussert hat. In einem sehr lesenswerten Buche<sup>4</sup> sagt E. STUDY: »Die populären Schriften POINCARÉS sind gewiss lesenswert; wir wollen die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen,

<sup>1</sup> Wissenschaft und Hypothese. 2. Aufl. Leipzig 1906. S. 13.

<sup>2</sup> Der Vollständigkeit wegen soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass Poincaré l. c. p. 12 auch den Ausspruch hat: »Das Urteil, auf welchem die Entwicklung durch das rekurrierende Verfahren beruht, kann in andere Formen gesetzt werden; man kann z. B. sagen, dass es in einer unendlichen Menge von verschiedenen ganzen Zahlen immer eine gibt, welche kleiner ist als alle übrigen.« Vgl. oben.

<sup>3</sup> Les fondements de la théorie des nombres. Revue générale des sciences pures et appliquées. T. 26 (1915), p. 504—11. — Talet, inledning till teorien för analytiska funktioner. Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs math.-fys. Meddelelser II, 5. Köbenhavn 1920. 65 S. (Schwedisch.)

<sup>4</sup> Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume. Braunschweig 1913. Man sehe S. 120.



sie als eine anregende Lektüre Denen zu empfehlen, die sie noch nicht kennen. Aber mit Kritik muss man doch an sie herantreten. Man hätte nicht gar so viel *cant* darüber in die Welt setzen sollen. Diese *προσκύνησις* vor allen Berühmtheiten, die natürlich auch jedes Nichtmitleiden als Verbrechen ansieht und als persönliche Beleidigung empfindet, ist eine wahrhaft verdriessliche Erscheinung. — — — Das automatisch geübte Schwingen von Weihrauschfässern steht aber besonders übel einem Zeitalter an, das sich selbst kritisch zu nennen pflegt. Dass der genannte geniale Mathematiker gelegentlich auch recht oberflächlich und dazu noch sehr dogmatisch sein konnte, dafür liefert gerade — — — mehr als ein Beispiel.»

Inbetreff der arithmetischen Prinzipfragen kann man doch — das muss gesagt werden — gute Gründe haben, Poincarés Kritik gegen gewisse einseitige »Logistiker« als manchmal sehr berechtigt anzusehen (vgl. unten).

---

Als Ausgangspunkt für weitere Erwägungen nehmen wir jetzt die schon berührte Frage nach der *Widerspruchsfreiheit* des Begriffes einer einfachen Reihe oder, was dasselbe wird, des Systems der ganzen positiven Zahlen. Hieran schliesst sich die allgemeine Frage nach der Widerspruchsfreiheit von Begriffen überhaupt, deren sich die mathematische Analyse bedient oder bedienen will. Von solchen Begriffen setzen jedenfalls die allermeisten die ganzen Zahlen voraus, und die Widerspruchsfreiheit hat somit als notwendige wenngleich nicht hinreichende Voraussetzung, dass der Begriff dieser Zahlen widerspruchsfrei ist.

Für die Beantwortung solcher Fragen nach Widerspruchsfreiheit stellt die alte Logik keine Mittel zur Verfügung. Es ist somit eine Erweiterung bez. Umgestaltung derselben erforderlich. Und bei Versuchen in dieser Richtung ist es ja sehr denkbar, dass man mit Verhältnissen in Berührung kommt, welche wenigstens nach gewöhnlicher Auffassung nicht länger von »mathematischer« Natur sind. Man sieht, wie der Horizont sich zu erweitern beginnt, sobald man bei der Grundlegung der mathematischen Analysis den oben näher beschriebenen »naiven« Standpunkt verlässt.

Wenn man es nun vornehmen will, eine gründliche Logik zu schaffen, oder doch zu einem solchen Beiträge zu liefern, so muss man sich von vornherein näher klarlegen, was man nachstreben will. In Bezug hierauf sind zwei scharf getrennte Hauptstandpunkte möglich.

Die ganze Welt der Wirklichkeit ist leider für uns so wenig bekannt, dass sie uns von Rätseln übertoll erscheint. Andererseits knüpfen wir an dieselbe eine Fülle von Begriffen, sei es im täglichen Leben oder in der Naturwissenschaft u. s. w. Grösstenteils müssen aber diese Begriffe, zufolge unseres Unvermögens, das ganze durchzuschauen, als nur provisorisch aufgefasst werden. Nun könnte man eine Logik nachstreben, welche auch auf alle derartige provisorische Begriffe (tatsächlich vorkommende oder denkbare) direkt applicabel wäre. Eine solche Logik sollte allgemeine Regeln geben, welche bei jedem Denken gültig wären, ganz unabhängig



davon, um welche Gegenstände es sich handelte. Es wäre, könnte man sagen, eine wirklich *rein formale* Logik.

Andererseits kann man sich sagen: wenn wir die Wirklichkeit durchschauen könnten, so würde das provisorische verschwinden, alles klar und definitiv werden. Zugleich müssten sich alle Begriffe auf gewisse Fundamentalbegriffe zurückführen lassen. Wie weit wir nun auch davon entfernt sind, die Geheimnisse der Wirklichkeit entschleiern zu haben, so giebt uns doch unser Denkvermögen die Möglichkeit, in einem gewissen Masse der Wirklichkeit Gesetze vorschreiben zu können. Die Bausteine sind uns in der Tat zugänglich in Form von abstrakten Begriffen der Mengenlehre. Und ebenso gewisse Gesetze für ihre Verbindungen. Oder dies gilt wenigstens wenn die Wirklichkeit durchgehends mathematisch exakt gestaltet ist (man sieht, wie wir hier sogar mit den tiefsten philosophischen Fragen in Berührung kommen). Solche Erwägungen können auf den Gedanken führen, eine Logik aufzubauen, welche selbst auch ihren Inhalt schafft und logische Systeme anbietet, unter denen ein einziges die logische Form wäre, in welche die Wirklichkeit sich einfügen liesse. Eine Logik dieser Art könnte mit Recht *Reallogik* benannt werden. Übrigens könnte man sie natürlich betreiben ohne sich auf ihre Relationen zur Wirklichkeit zu bekümmern.

Es lässt sich kaum bestreiten, dass viele mathematisch-philosophische Unklarheiten eben daraus entstanden sind, dass man die angegebenen Hauptgesichtspunkte mehr oder weniger konfundiert hat. (Beiläufig gesagt, geschieht es doch vielleicht noch öfter, dass man zur Schade für die Klarheit psychologische und rein logische Fragen nicht gebührend getrennt hält.) Andererseits gebührt es sich nicht, dass die beiden Arten von Logik ganz getrennt von einander verlaufen. Es ist vielmehr von grösster Wichtigkeit, dass man die Reallogik alles durchstrahlen lässt, so weit dies möglich ist. Dies ist eine direkte Folge davon, dass die vollständige Durchstrahlung als das Endziel der Wissenschaft bezeichnet werden kann. Leider ist es wahrscheinlich so, dass dieses hohe Ziel niemals erreicht werden kann. Aber man tut daran klug, wenn man es niemals aus den Augen lässt. Und es ist nicht glücklich, wenn eine formale Logik ausserhalb gewisser natürlicher Grenzen einen rein formalen Charakter beibehalten will. Sie riskiert dann, den Boden unter den Füßen zu verlieren und in leeren Spitzfindigkeiten zu verfallen. Der unstreitig erste unter den modernen Formallogikern ist B. RUSSELL. Es ist unmöglich zu bestreiten, dass seine Entwicklungen in bedeutender Ausdehnung einen hohen und bleibenden Wert besitzen. Aber andererseits erscheint es mir unleugbar, dass bedeutende Teile seiner Theorien von Vorwürfen der angedeuteten Art nicht losgesprochen werden können. Russell hat allmählich seinen Standpunkt einigermaßen modifiziert; so viel ich sehe, in mehr und mehr formalisierender Richtung. Um nur einen Punkt (aber freilich einen nicht unwesentlichen) hier zu berühren, ist er in einem neuerdings erschienenen Buche<sup>1</sup> so weit gekommen, dass er einen Begriff

<sup>1</sup> Introduction to mathematical Philosophy, London, G. Allen & Unwin 1919. Man sehe S. 184.

wie *Menge* (oder »Classe«) als eine bloss »symbolische Fiktion« erklärt. Oder richtiger: er will weder behaupten noch verneinen, das es Classen in irgend einem anderen Sinne giebt. »We are merely agnostic as regards them.« Solche Ausserungen deuten doch darauf hin, dass man auf Irrwege geraten ist.

Eine systematisch durchgeführte Reallogik (im oben angegebenen Sinne) ist, so viel ich weiss, noch nicht erschienen, obgleich unentbehrliche Materialien für eine solche in der modernen Mengenlehre enthalten sind. Wie ich mich die Gestaltung einer derartigen Logik vorstelle, soll hier nicht ausführlicher dargestellt werden. Aber einige Hauptpunkte gestatte ich mir hervorzuheben.

Centrale Begriffe sind *Menge* und *Elemente* einer Menge. Sie sind auch vollständig primitiv, undefinierbar, und überdies so zu sagen absolut fundamental, indem sie sogar als in jedem Denken allgegenwärtig bezeichnet werden können. Dass man diese fundamentale Rolle hat der ganzen Zahl, als Resultat einer Zählung, erteilen wollen und andererseits für den Mengenbegriff Definitionen versucht, ist eine Geschichte für sich, worüber ein Paar Bemerkungen weiter unten. Die Elemente einer Menge können ihrerseits Mengen sein oder auch *absolute Einheiten*. Im ersten Falle ist es doch denkbar, dass durch einen Prozess, welcher mit dem Namen Auflösung bezeichnet werden kann, ein Übergang zu einer Menge von absoluten Einheiten möglich ist. Aber es giebt auch Fälle, welche dies nicht gestatten.

Die Definition einer speziellen Menge muss direkt oder indirekt eine Angabe ihrer sogenannten Mächtigkeit enthalten. Handelt es sich um Mengen absoluter Einheiten, ist diese Angabe eigentlich schon hinreichend für Definition der Menge als Menge. Fernere Bestimmungen können sich nur auf *Ordnungsvorschriften* beziehen, sei es innerhalb der Menge oder in einer anderen, von der die gegebene eine Teilmenge ausmacht.

*Urteile* reduzieren sich in letzter Hand auf Entscheidungen über Fragen der folgenden zwei Typen: 1) Ist dieser Gegenstand absolute Einheit, oder nicht? 2) Gehört dieser Gegenstand als Element zu dieser Menge, oder nicht?

Dementsprechend giebt es zwei Typen von *logischen Widersprüchen*: 1) *A* ist gleichzeitig Menge und absolute Einheit; 2) *A* ist Element in der Menge *M* und gleichzeitig nicht Element in *M*.

Eine Menge und darauf angebrachte Ordnungsvorschriften müssen *widerspruchsfrei* sein — keinen offenbaren oder verdeckten Widerspruch enthalten, sei es von der einen oder der anderen jener zwei Typen. Die Entscheidung hierüber kann aber mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden sein. Ein sehr wertvolles Hilfsmittel liefert doch hierbei, scheint es mir, der folgende Satz:

Wenn eine Menge von absoluten Einheiten in solcher Weise definiert und geordnet ist, dass die eingeführten Bestimmungen immer darüber unzweideutig entscheidet, ob ein gewisses Element zu einer gewissen Teilmenge gehört, oder nicht, so findet Widerspruchsfreiheit statt. Und dasselbe gilt, wenn über die Natur der Elemente nichts vorausgesetzt wird.



Die Richtigkeit hiervon ist unmittelbar ersichtlich — unter der Voraussetzung, dass die Widerspruchstypen auf die beiden genannten beschränkt sind. Dann kann nämlich zufolge den Annahmen des Satzes weder die eine noch die andere dieser Widerspruchsarten entstehen. Dies ist jedoch so zu verstehen, dass kein Widerspruch auftreten kann, so lange man lediglich mit der Menge nebst ihrer Elemente und Teilmengen zu tun hat. Wenn man in irgend einer Weise das Gebiet erweitert, so muss man sich davon überzeugen, dass diese Erweiterung nicht eine Möglichkeit von Widersprüchen mit sich bringt; und hierbei kann etwa wiederum derselbe Satz zur Anwendung kommen. Und ich zweifle meinetwegen nicht daran, dass eben dieser Satz für die Widerspruchsfrage von fundamentaler Bedeutung ist. Aber freilich muss man bei der Anwendung desselben mit Vorsicht vorgehen und darauf achten, dass man nicht Grenzen überschreitet, innerhalb deren der Satz die Widerspruchsfreiheit gesichert hat.

Namentlich geht in dieser Weise die Widerspruchsfreiheit einer einfachen Reihe und damit auch die Reihe der ganzen Zahlen hervor, was auch die Gültigkeit der (finiten) mathematischen Induktion mit sich bringt<sup>1</sup>. Soviel ich sehe, kann man noch weiter gehen und die Widerspruchsfreiheit der ganz allgemeinen *Wohlordnung* (und damit die Zulässigkeit der transfiniten Induktion) konstatieren.

Andererseits lassen sich gewisse »Paradoxieen« dadurch erklären, dass man mit Definitionen zu tun hat, welche den Anforderungen unseres Satzes nicht genügen. Es ist z. B. leicht zu finden, dass dies bei der sog. Burali-Forti'schen Antinomie gilt (man sehe die unserem Texte beigegefügte Note). Und ich glaube, dass es bei jeder einigermaßen respektablen Paradoxie der Fall ist, welche sich überhaupt in einer wirklichen Reallogik offenbaren kann (in einer provisorischen Formallogik liegen die Verhältnisse anders) — doch mit *einer* Ausnahme, die »Antinomie der endlichen Bestimmbarkeit«. Sie nimmt eine ganz besondere Stellung ein. Sie beruht, kurz gesagt, darauf, dass man das logisch mögliche und das vom menschlichen Standpunkte aus vollständig definierbare verwechselt — oder, anders ausgedrückt, dass man den Umstand nicht beachtet oder erkennt, dass der unvollkommene menschliche Intellekt über sich selbst hinaus weist und logische Gebiete, für welche ein vollständiges Durchdringen ausgeschlossen ist, doch in gewissen Hinsichten beherrschen kann (Beispiel: wir können die Menge aller reellen Zahlen und ihre gegenseitigen Lagen vollständig definieren, nicht aber für jede Zahl eine individuelle Definition geben).

Hiermit verwandt und sogar direkt zusammenhängend ist die leider allzu übliche Geneigtheit, der successiv vorgehenden *Zählung* eine prinzipielle Bedeutung beizulegen, welche ihr nicht zukommt<sup>2</sup>. Ihre psychologische Bedeutung ist natürlich

<sup>1</sup> Vgl. eine Schrift des Verf. »Über die finite und die transfiniten mathematische Induktion«, Acta univ. Lundensis. Neue Folge. Abt. 2. Bd 14. Nr 14, S. 14—15.

<sup>2</sup> Hierüber beklagt sich auch F. Bernstein im obenerwähnten Artikel im Jahresbericht d. deutschen Math.-Ver. Auch in anderen Hinsichten scheinen seine Ansichten mit denjenigen des Verf. in guter Übereinstimmung zu stehen. Und jedenfalls giebt der lesenswerte Aufsatz eine gute Orientierung im fraglichen Wissenschaftsgebiete.



nicht zu verneinen. Aber logisch gesehen liegt die Sache anders. Die Unmöglichkeit, ohne successive Zählung eine Anzahl abzuschätzen, welche über eine sehr bescheidene Grenze fällt, ist eine Unvollkommenheit unseres »Treppenverständes« (Dedekind). Und in dieser Hinsicht können sogar gewisse Tiere überlegen sein. Aber vor den Tieren haben wir einen unschätzbaren Vortritt: die Fähigkeit zur Logik. Und es ist, meiner Meinung nach, unrichtig, wenn man das successive Zählen (als iteriertes Setzen eines gewissen Dinges oder sonst irgendwie aufgefasst) als das erste, am meisten fundamentale, allgegenwärtige in der Logik betrachtet. Einen anderen Standpunkt vertritt z. B. Mittag-Leffler, was u. A. in folgenden Äusserungen zum Ausdruck kommt. »Die Zahl, die ganze Zahl ist ein einfacher, apriorischer Begriff, welcher nicht in Worten oder durch Bild definierbar ist, sondern die Grundform des Denkens ausmacht. Der Begriff der ganzen Zahl wird aus einer inneren Anschauung dadurch erhalten, dass man in der Vorstellung ein gegebenes Ding, die Einheit, die erste Zahl festhält, nachher noch einmal dasselbe Ding, wodurch die zweite Zahl entsteht, und hiernach noch einmal dasselbe Ding, woraus die dritte Zahl entspringt, und so auf dieselbe Weise fortschreitet.«<sup>1</sup> — »Il est clair, à mon avis, dès la première éclosion de la pensée, en même temps qu'on se trouve en possession du nombre, on l'est également à l'infini, lequel, délivré de tout ce qui est accessoire, n'est que l'objet de la pensée constitué par l'ensemble de tous les nombres. Je crois aussi qu'en essayant de n'importe quelle autre façon d'établir la notion de l'infini, par exemple en appliquant la méthode déductive que Dedekind a élaborée avec tant de finesse, on arrivera à conclure, si l'on examine minutieusement les prémisses, qu'en réalité on était parti de cette première notion de l'infini, qui était donnée dès le début.«<sup>2</sup>

Eben diese Proklamationen wurden hier angeführt, weil sie einen wohlthuenden Klarheitsgrad besitzen, aner kennenswert im Vergleich mit vielen anderen Aussprüchen über hierher gehörende Fragen, insbesondere von »finitistischer« Seite. Andererseits muss ich, wie schon angedeutet, einen ganz anderen Standpunkt einnehmen als den hier ausgesprochenen. Aus guten Gründen kann behauptet werden, dass der Begriff der *Menge* von mehr fundamentaler Natur ist als derjenige der Zahl (was von Mittag-Leffler direkt bestritten wird<sup>3</sup>). Dies ergibt, meiner Meinung nach, eine gründliche und minutiöse Analyse der Denkvorgänge. Ohne diesen Begriff ist kein Denken möglich; er ist allgegenwärtig. Man täuscht sich, wenn man den Gegenteil behauptet. Dass tatsächlich nicht wenige Mengendefinitionen vorgeschlagen worden sind, beruht teils auf Unklarheiten in betreff der äussersten Prinzipien, teils auch darauf, dass man — bewusst oder unbewusst — nur spezielle Verhältnisse berücksichtigt hat und schon aus diesem Grunde keine erschöpfende Definition hat erreichen können. Was dagegen die Zahlen und das Zählen betrifft, so ist es eine berechnigte Forderung, dass sie unter Zugrundelegung einer von ihnen

<sup>1</sup> Deutsche Übersetzung aus der oben erwähnten Schrift »Talet«, S. 3.

<sup>2</sup> Les fondements etc., S. 506.

<sup>3</sup> »Talet« S. 2.

unabhängigen Mengenbegriff definiert werden. Von dieser Auffassung aus muss es als eine Unklarheit erscheinen, wenn man die Zahlenbildung so beschreiben will, dass dieser oder jener Schritt etwa dreimal wiederholt wird, worauf »in derselben Weise« fortgesetzt werden soll. Was bedeutet dieses »in derselben Weise«? (Vgl. oben S. 5—7.) Letzten Endes werden die ganzen Zahlen lediglich Symbole, welche (etwa in der Form von »Dualzahlen«) durch Induktion definierbar sind, nachdem man den Begriff einer einfacher Reihe festgestellt hat, was wiederum möglich ist unter alleiniger Voraussetzung der Begriffe Menge, Element, Teilmenge, ohne unvermittelte Einführung von den Begriffen »vor« und »nach«<sup>1</sup>. — Die am meisten naturgemässe Einführung des Begriffes »unendlich« soll hier nicht näher diskutiert werden. Und ebensowenig die Frage von der Einführung der irrationalen Zahlen. In dieser Hinsicht sei nur beiläufig bemerkt, dass ich mich von meinem Standpunkte aus nicht habe überzeugen können, dass die Weierstrass'sche Definitionsart denjenigen Cantors und Dedekinds vorzuziehen wäre.

Aber zwei Dinge müssen hier noch gesagt werden. Erstens: eine Auffassung wie diejenige, welche Mittag-Leffler ausgesprochen hat, oder irgend eine damit vergleichbare suspendiert nicht von der Verpflichtung, die einfache Reihe logisch vollständig zu beschreiben (vgl. S. 5). Zweitens — und dies ist bei weitem wichtiger: eine derartige Auffassung giebt keineswegs dazu Befugnis, der Frage nach Widerspruchsfreiheit den Rücken zuzukehren. Wer möglicherweise so etwas behaupten will, aber dennoch auf logische Gründlichkeit Anspruch erhebt, macht sich das ganze allzu bequem.

Diese Frage ist und bleibt eine Kardinalfrage. Und es ist sehr erfreulich, dass heutzutage so viele und so tiefgehende Untersuchungen vorliegen, welche zur Ermittlung derselben beitragen wollen (Hilbert, J. König, Zermelo, Schönflies, Brouwer, H. Weyl, Russell u. A.). Es liegt nicht im Plane dieses Aufsatzes, eine eingehende Beurteilung dieser verschiedenen Untersuchungen vorzubringen. Und ich finde es dann am besten, jede eigentlich kritische Äusserung zurückzuhalten. Es sei nur ganz allgemein bemerkt, dass man, so viel ich weiss, niemals von anderer Seite her den oben hervorgehobenen Gedanken ausgesprochen hat, die Widerspruchsfrage in Verbindung mit Aufstellung einer systematisch durchgeführten Reallogik zu stellen. Mit diesem Gedanken sind jedoch, so viel ich verstehe, die Bestrebungen gewisser der genannten Forscher einigermaßen verwandt. Namentlich sei in dieser Hinsicht auf eine bekannte Abhandlung von ZERMELO hingewiesen<sup>2</sup>. Mit derselben — sowie übrigens auch mit gewissen anderen Untersuchungen Zermelos (vgl. oben) — haben meine eigene Bestrebungen sogar gewisse direkte Berührungspunkte.

<sup>1</sup> Man sehe die oben erwähnte Schrift des Verf. »Über die finite und die transfinite mathem. Induktion«, S. 3—6, 12—14. Die dort hervorgehobenen Gesichtspunkte sind übrigens mit gewissen von ZERMELO dargestellten Entwicklungen nahe verwandt.

<sup>2</sup> Untersuchungen über die Grundlagen der Mengenlehre. Math. Annalen Bd 65. (1908).



In seiner mathematisch-logischen Hauptarbeit<sup>1</sup> sagt J. KÖNIG ausdrücklich, dass er »eben nicht Philosophie treiben« will, sondern nur »die 'Tatsachen unseres Denkens' 'beschreiben', 'ordnen', und dadurch 'erklären', das heisst im Gegensatz zu ihrer ursprünglichen Verworrenheit klarer machen«. Man mag ein in solcher Weise angedeutetes Programm so oder so näher bestimmen (bei König herrschen durchaus formelle Gesichtspunkte, da er alle »Erlebnisse« umfassen will), immer kann seine Realisierung in mehreren Hinsichten nützlich sein. Aber einen höheren Wert erhalten doch Untersuchungen der fraglichen Art, wenn man »eben Philosophie treiben« will und danach strebt, denselben eine Bedeutung für die ganze Weltauffassung abzulocken. Freilich ist es wohl so, dass die verschiedenen möglichen Weltanschauungen im wesentlichen schon erschöpft sind. Aber für eine festere Ausformung und schärfere Motivierung kann die Mathematik von grösserer Bedeutung sein, als vielleicht die meisten sich vorstellen oder glauben wollen. Denn es verhält sich ganz einfach so, dass die Philosophie sich mit gewissen Begriffen bewegt und bewegen muss, auf welche nur die Mathematik einen gebührend festen Griff haben kann. Namentlich laboriert auch die Philosophie mit »Antinomien«, und diese spielen hier sogar eine sehr bedeutungsvolle Rolle. Aber eben bei den wichtigsten unter diesen Antinomien gilt es, dass man über sie am liebsten nicht spekulieren sollte, ohne ihnen vorher eine mathematische Zuspitzung gegeben zu haben.

Sucht man für die wünschenswerte »mathematische Disziplinierung der Philosophie« eine historische Anknüpfung, so könnte man dieselbe passend an KANTS Lehren anschliessen, einerseits als Kritik derselben, andererseits auch als Fortsetzung. Tatsächlich haben auch moderne »Logistiker« sich mit Kritik von Kant ausführlich beschäftigt. Aber oft sind sie hierbei zu weit gegangen. So z. B. COUTURAT, der sich in einer Rede beim Kant-Jubiläum 1904 in einer Weise äusserte, welche das Scherzwort veranlasste: Man merkt, dass es sich um das Jubiläum von Kants *Tode* handelt<sup>2</sup>. Es ist eine noch schwebende Frage, was man von den Kant'schen Lehren beibehalten muss, oder nicht. Gegen eine allzu oberflächliche und allzu negative Behandlung dieser Frage hat sich POINCARÉ mit Recht ausgesprochen, was anerkannt werden muss, auch wenn man nicht durchaus mit ihm einverstanden sein kann.

Eine »Reallogik« der oben angedeuteten Art kann ohne Zweifel von wirklicher philosophischer Bedeutung werden. Natürlich hat man bei der Aufstellung einer solchen danach zu streben, dass das dogmatische Element, welches niemals vollständig eliminiert werden kann, auf ein Minimum reduziert wird. Und am liebsten soll das ganze die Form einer Entwicklung von Begriffen und Sätzen haben, welche soweit als möglich das Gepräge von Natürlichkeit oder sogar Notwendigkeit trägt. Mein eigener Versuch, dieses Programm zu realisieren, ist bisher nur unvollständig publiziert worden. Am meisten ausführlich in einer in schwedischer Sprache abge-

<sup>1</sup> Neue Grundlagen der Logik, Arithmetik und Mengenlehre. Leipzig 1914. Man sehe S. 4.

<sup>2</sup> Man sehe auch: Die philosophischen Prinzipien der Mathematik. Leipzig 1908. Namentlich Vorwort und S. 247—289.



fassten Schrift »Om begreppens dialektiska upprinnelse» (Lund 1915), welche jedoch in wichtigen Hinsichten ergänzt (und gewissermassen auch korrigiert) werden muss. Hinsichtlich der philosophischen Seite der Sache, sei hier kurz erwähnt, dass dieselbe wesentlich darauf hinausläuft, den Anhängern eines objektiven Realismus geschärfte Verteidigungswaffen in die Hände zu setzen. Ein verfeinerter, von empiristischen Grobheiten und Oberflächlichkeiten geläuterter Realismus — darum handelt es sich; natürlich ohne Anspruch auf logisch vollständig bindende Beweisführung.

---

**Note** über die *Antinomie von Burali-Forti*. »Die Menge ( $W$ ) aller (fin. u. transfin.) Ordnungszahlen» bildet eine wohlgeordnete Reihe mit einer bestimmten Ordnungszahl  $\beta$ . Und diese Zahl muss die grösste Ordnungszahl sein. Aber es giebt keine grösste Ordnungszahl, da die wohlgeordnete Menge  $(1 \dots \beta)$  den Typus  $\beta + 1$  hat, und  $\beta + 1 > \beta$  ist.  $\beta + 1$  ist also gleichzeitig Element in  $W$  und nicht Element. Gegenüber diesem Widerspruche könnte man ganz einfach sagen wollen, dass derselbe unmittelbar die Illegitimität des ganzen Begriffes »aller Ordnungszahlen» offenbart. Und diese einfache »Erklärung» der Antinomie wäre keineswegs ohne weiteres abzuweisen. Von reallogischem Standpunkte aus ist jedoch einzuwenden, dass die »Ordnungszahlen» lediglich Symbole sind, und dass die Antinomie in rein reallogische Form überführt werden soll. Man denke sich eine wohlgeordnete Menge  $M$  (mit lauter verschiedenen Elementen — dass zwei Elemente einer Menge mit einander identisch sind, ist eine Sinnlosigkeit); ihre Elemente stehen in  $(1, 1)$ -deutiger Beziehung zu einer Reihe von Ordnungszahlen. Wenn nun diese Reihe »alle Ordnungszahlen» umfassen soll, bedeutet dies in Bezug auf die Menge  $M$ , dass sie überhaupt alle mögliche Gedankengegenstände enthält (vgl. die »Menge aller Mengen«). Die Unmöglichkeit dieser Monstruosität lässt sich leicht streng nachweisen. Da nämlich  $M$  alles mögliche enthält, so sind z. B. auch alle Teilmengen von  $M$  zugleich Elemente in  $M$ . Dies ist aber nicht möglich, da die Menge  $D$  aller Teilmengen von  $M$  grössere Mächtigkeit als  $M$  selbst hat, was bekanntlich in folgender einfacher Weise nachweisbar ist. Gesetzt, dass  $D$  die Mächtigkeit von  $M$  hätte. Dann lassen sich die Elemente von  $D$  und  $M$  in  $(1, 1)$ -deutiger Beziehung zu einander setzen. Eine solche Beziehung vorausgesetzt, kann ein gewisses  $M$ -Element seinem entsprechenden  $D$ -Element als Element zugehören, oder nicht; kurz: intransitiv oder transitiv sein. Es bedeute  $K$  die Menge aller transitiven  $M$ -Elemente (dass solche wirklich vorkommen, kann immer, wenn nötig, durch Vertauschungen erreicht werden).  $K$  ist selbst Teilmenge in  $M$  und hat somit sein entsprechendes  $M$ -Element  $k$ . Wenn nun  $k$  intransitiv ist, so gehört es zu  $K$ , was ausgeschlossen ist, da  $K$  aus lauter transitiven Elementen besteht. Ebenso wenig kann  $k$  transitiv sein und somit nicht in  $K$  enthalten; denn  $K$  enthält alle transitive Elemente. Hiermit ist die Unmöglichkeit von Äquivalenz zwischen  $D$  und  $M$  nachgewiesen. Da man ferner leicht beweisen kann, dass die Mächtigkeit von  $D$  nicht geringer als die von  $M$  sein kann, so folgt, dass sie grösser ist, w. z. b. w. (Die Beweisführung versagt für endliche  $M$  mit nur 2 oder 3 Elementen; aber dies ist natürlich hier ohne jede Bedeutung).

---



LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 17. Nr 8.  
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 32. Nr 8.

---

# EINIGE GRUNDLINIEN DER REGIONALEN LIMNOLOGIE

VON

EINAR NAUMANN



LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ



Der K. Physiographischen Gesellschaft am 13. April 1921 vorgelegt.

LUND 1921  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Die Lehre von der Ökologie der Wasserorganismen kann als eine der wichtigsten Grundlagen für die regionale Limnologie gelten. Das Ziel derselben ist vor allem die Verbreitung der Gewässertypen auf der Erde kausal klarzulegen.

Diese beiden Zweige der limnologischen Forschung stehen aber noch in dem ersten Anfang ihres Werdens. Es sind nur sehr wenige Spezialuntersuchungen auf diesem Gebiet erschienen, und es fehlt noch ganz jede mehr zusammenfassende Orientierung. Wenn ich mit der vorliegenden Schrift nichts desto weniger den Versuch wage, für die regionale Limnologie einige Grundlinien zu ziehen, so bin ich mir deshalb auch wohl bewusst, dass dies nichts anders als ein z. T. recht hypotetisches Forschungsprogramm darstellen kann.

Auf dem jetzigen Standpunkt der regionalen Limnologie scheint es mir indessen in erster Linie von Bedeutung, dass eine kausale Erklärung der Erscheinungen wirklich versucht wird. Der Wert eines Forschungsprogrammes kann dann erst später — und zwar nach den Möglichkeiten, die es zur Erklärung der Gesamterscheinungen gibt — beurteilt werden.

Das Ziel der allgemeinen Ökologie auf diesem Gebiet muss indessen noch weiter als auf die kausale Erklärung der Gesamterscheinungen gehen. Sie muss auch als eine angewandte Wissenschaft in nähere Beziehung zu der Praxis treten. Es wird sich dann hierbei nicht nur darum handeln, die ökologischen Bedingungen zu erklären, sondern sie auch beherrschen zu lernen.

Die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen über die limnologischen Verhältnisse Südschwedens dürften jedenfalls das Berechtigte des hier gewählten Ausgangspunktes zeigen. Ich hege deshalb auch die Hoffnung, dass die Veröffentlichung dieser Grundlinien auch für die Entwicklung der regionalen Limnologie überhaupt einen Fortschritt in Richtung der kausalen Analyse der Lebenserscheinungen im Süßwasser darstellen möchte.

---

## I. Die Grundlagen der aquatischen Milieuspektra.

Als die erste Voraussetzung der kausalen Ökologie ist die genaue Kenntnis des Lebensmilieus der Organismen anzusehen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass das Lebensmilieu eben auf dem hier vorliegenden Gebiet weit einfacher und einheitlicher als sonst zu überblicken ist. Die kausale Ökologie muss deshalb u. E. schon auf dem jetzigen Standpunkt der Forschung auch auf diesem Gebiet viel weiter und sicherer als sonst vorgehen können. Die Lehre von der Ökologie der Wasserorganismen dürfte deshalb auch für die allgemeine Ökologie überhaupt ein grosses prinzipielles Interesse bieten können.

Die Milieufaktoren, mit denen wir auf dem aquatischen Gebiet in erster Linie zu thun haben, sind überhaupt fünf Reihen einzuordnen.

Dieselben können in folgender Weise gruppiert werden:

1. Der Nährsalzhaushalt.
2. Der Detritushaushalt.
3. Der Gashaushalt.
4. Der Temperaturhaushalt.
5. Der Lichthaushalt.

Ich möchte nun jeden Haushalt in Gestalt eines »Spektrums« aufstellen, das wiederum in 3 grössere Bezirke zerfällt: die des übermässig reichlichen Zugangs, die des reichlichen und die des nur spurweisen Vorkommens des betreffenden Faktors. Ich wähle für die drei Hauptbezirke die schon — vor allem durch BELJERINCK's Arbeiten auf dem bakteriologischen Gebiet — eingebürgerten Ausdrücke poly-, meso- und oligotrophophil. Das vollständige Fehlen eines Faktors fällt aber eigentlich ganz ausserhalb der Spektralbezirke. Terminologisch kann dies einfach durch das Praefix  $\alpha$  privativum gekennzeichnet werden. Innerhalb dieser drei Hauptbezirke des Spektrums sind dann auch die speziellen »Linien« näher einzulegen.

Die Frage der Ausbildung der Milieuspektra betrifft eigentlich den ganzen Problemkomplex der Physik und Chemie der Gewässer. Es ist indessen sehr zu bedauern, dass diesbezügliche Studien in nur sehr geringer Ausdehnung von biologischen Gesichtspunkten aus geleitet worden sind. Die Ökologie muss ja auf Chemie und Physik begründet werden. Der leitende Gedanke aber muss ein biologischer sein.



Es sind indessen noch nur eine sehr geringe Zahl von ökologischen Arbeiten, welche wirklich in dieser Weise durchgeführt sind. Dies muss auch eine sehr auffällige Begrenzung der folgenden Darstellung bedingen — trotzdem wir über die Physik und Chemie der Gewässer an und für sich recht vieles wissen. Aber an und für sich wird hier weder die Physik noch die Chemie das hierbei Erforderliche leisten können.

Der Zweck unserer Auseinandersetzung ist es nun in erster Linie nachzusehen, wie sich die verschiedenen Spektra für die verschiedenen oben angeführten Haushalte des Wassers herausstellen.

### 1. Die Spektra des Nährsalzhaushalts.

Die »Nährsalze«, welche hierbei in Betracht kommen, sind die folgenden:  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ . Auch die Humussäuren sind in diesem Zusammenhange zu bemerken.

Von diesen Nährstoffen berücksichtigen wir indessen hier nur den Kalk, die Phosphorsäure, den Stickstoff und die Humussäuren. Hier wie sonst ist das Zahlenmaterial der Tabellen entweder meinen eigenen Arbeiten oder denjenigen von KOLKWITZ oder KNAUTHE entnommen. Es muss indessen hierzu ausdrücklich bemerkt werden, dass diese hier mitgeteilten zahlenmässige Belege nur als einige z. T. sogar nur recht rohe Beispiele für die Hauptlage der Linien innerhalb der Spektra aufzufassen sind. Es kann erst in der Zukunft möglich werden, diese Linien mit erforderlicher Genauigkeit zu ziehen.

TABELLE I.

| Nährsalz  | Polytrophie        | Mesotrophie       | Oligotrophie         |
|---|--------------------|-------------------|----------------------|
| Kalziumoxid.  | Mehr als 100 mg/l. | Mehr als 25 mg/l. | Mg/l = 3—25.         |
| Stickstoff.   | Mehr als 40 mg/l.  | Mg/l = 1—?.       | Mg/l = 0.            |
| Phosphorsäure.  | Mehr als 25 mg/l.  | Mg/l = 0,5—?.     | Mg/l = 0.            |
| Humussäuren,<br>[durch Oxydierbarkeit mit<br>$\text{KMnO}_4$ bestimmt]. | Ca 50—100 mg/l.    | Ca 25—50 mg/l.    | weniger als 25 mg/l. |

Gehen wir von der einleitend gegebenen Definition der drei Hauptbezirke aus, so dürften die extremen Linien der Spektra dieser Nährstoffe etwa in der Weise, wie die beistehende Tabelle I zeigt, durch Litermilligramme bezeichnet werden können. Von diesen Teilspektra ist das, welches sich auf die Nitrotrophie bezieht, schon früher von BEIJERINCK — allerdings der Hauptsache nach auf dem bakteriologischen Gebiet — näher berücksichtigt worden.

Innerhalb gewisser Grenzen lässt es sich ohne weiteres aus der allgemeinen Physiognomie des Gewässers beurteilen, welcher Grad des Trophie- Standards für dasselbe bezeichnend ist. Es ist hierbei folgendes zu bemerken.

1. Betreffs des Gehalts an Kalziumoxid. Die Gewässer des Polytypus zeigen in grösster Ausbildung die Inkrustation an der höheren Vegetation bzw. auf dem hier massenhaft vorhandenen litophilen Myxophyceen. In den Gewässern des Oligotypus fehlt jede Inkrustation. In den Gewässern des Mesotypus ist sie der Hauptsache nach auf die höhere Vegetation begrenzt.

2. Betreffs des Gehalts an Stickstoff und Phosphorsäure. In Gewässern, welche dem Oligotypus angehören, erreicht die Produktion an Phytoplankton niemals eine vegetationsfärbende Höhe. Dies ist aber in den Gewässern des Meso- und Polytypus stets prinzipiell der Fall.

3. Betreffs des Gehalts an Humussäuren. Gewässer des Polytypus sind ausgesprochen dybildende »Schwarzwässer«. Gewässer des Oligotypus nur sehr schwachgelb. Die Gewässer des Mesotypus nehmen eine Zwischenstellung ein. Bodenablagerung hier die typische Dygyttja.

## 2. Das Spektrum des Detritushaushalts.

Derjenige organische Detritus, welcher als das unbelebte Seston von Ultra- und Nannotyp bezeichnet werden kann, spielt bekanntlich für die Totalbiologie der Gewässer eine sehr bedeutungsvolle Rolle. Dieser Detritus ist indessen von einer grossen genetischen Heterogenität. Betreffs dieser Fragen mag aber hier ein Hinweis auf meine älteren Publikationen (1917, 1921), wo diese Verhältnisse zuerst näher dargestellt wurden, genügen.

Die drei Hauptbezirke des Spektrums für den Detritushaushalt können leider nur — wegen des Mangels hierfür geeigneter Analysenmethoden — in rein qualitativer Weise charakterisiert werden.

Von diesen Voraussetzungen aus können dann die Gewässer etwa in folgender Weise gruppiert werden:

1. Gewässer, welche mit Rücksicht auf dem Gehalt an Seston dem *Polytypus* angehören. Das Wasser ist durch das Seston hier deutlich getrübt oder gefärbt.

2. Gewässer, welche mit Rücksicht auf dem Gehalt an Seston dem *Oligotypus* angehören. Das Wasser ist hier sichtlich ganz klar.

3. Gewässer des *Mesotypus*, welche hierbei eine noch nicht distinkt definierbare Zwischenstellung einnehmen.

### 3. Die Spektra des Gasstoffhaushalts.

In dem autotrophen Stoffwechsel der Gewässer handelt es sich hier vor allem um das  $O_2$ - und um das  $CO_2$ -Spektrum.

Für die Beurteilung des Sauerstoffspektrums der Gewässer gibt die Abhandlung FEHLMANN'S (1917) wertvolle Haltepunkte. Auf dem bakteriologischen Gebiet sind diese Verhältnisse vor allem von BEIJERINCK studiert worden. Seine Bezeichnung »Mikroaeorophilie« wird indessen hier im Interesse der Einheitlichkeit des Sprachgebrauchs mit der der  $O_2$ -Oligotrophie ersetzt. Das  $CO_2$ -Spektrum ist indessen überhaupt von diesen Gesichtspunkten aus noch nicht näher untersucht worden. Die ganz allgemeinen Daten dieser Spektra sind in der beistehenden Tabelle II zusammengestellt.

TABELLE II.

| Gas         | Polytrophie | Mesotrophie  | Oligotrophie |
|-------------|-------------|--|--------------|
| Sauerstoff  | Sättigung.  | Grenzwerte etwa =<br>1,5—3,5 ccm $O_2$ pro<br>ccm. | Spuren.      |
| Kohlensäure | Sättigung.  | ?  | Spuren.      |

In dem heterotrophen Stoffwechsel der Gewässer greifen indessen vor allem andere Gase — wie  $H_2S$  und nahestehende — tief ein. Wie aber die Hauptlinien des diesbezüglichen Spektrums zu zeichnen bzw. zu definieren sind, lässt sich z. Z. nicht überblicken.

### 4. Das Spektrum des Temperaturhaushalts.

Die drei Hauptbezirke des Temperaturspektrums gruppiere ich unter der Voraussetzung, dass die normale Sommeramplitude unserer Seen und Teiche dem Mesotypus gleichbedeutend gesetzt wird. Das Temperaturspektrum erhält dann das Aussehen, das die beistehende Tabelle III zeigt.

TABELLE III.

| Physikalische<br>Grundspektra | Polytypus                                      | Mesotypus   | Oligotypus  |
|-------------------------------|--|---|---|
| Temperatur                    | Maximale<br>Temperatur<br>über $+35^\circ C$ . | Temperaturgrenze<br>etwa $+35$ bis<br>$+15^\circ C$ . | Temperaturgrenze<br>etwa $+10$ bis<br>$\pm 0^\circ C$ . |
| Licht                         | Direktes<br>Sonnenlicht                        | Diffuses<br>Tageslicht.                               | Dämmerungslicht.  |



## 5. Das Spektrum des Lichthaushalts.

Das Spektrum des Lichthaushalts gruppiere ich unter der Voraussetzung, dass der Lichtstandard des diffusen Lichtes dem Mesotypus gleichbedeutend gesetzt wird. Das Lichtspektrum erreicht dann das Aussehen, das die beistehende Tabelle III zeigt. — Eine physikalisch mehr durchgeführte Definition, welche mit biologischen Daten konnektiert werden kann, ist leider noch nicht möglich.

\*

\*

:

Das verschiedenartige Verhalten der Süßwasserorganismen den Spektra gegenüber wird in erster Linie durch die leicht verständliche Terminologie des Trophie-Standards ausgedrückt. Es liegt in der Natur der Sache, dass die eurytroph en Organismen nicht in derselben Ausdehnung wie die stenotroph en als Indikatoren des ernährungsphysiologischen Milieus betrachtet werden können. Oft erreichen indessen auch eurytrophe Organismen eine massenhafte Entwicklung nur bei gewissen Linien des Spektrums, auch wenn sie sonst über das Gesamtareal desselben verteilt sind. Sie können dann als quantitative Indikatoren im Gegensatz zu den qualitativen Indikatoren (also gleich die stenotroph en) bezeichnet werden.

## II. Die regionale Variation des natürlichen aquatischen Milieuspektrums.

Mit der Frage nach der regionalen Variation des autochthonen Milieuspektrums betreten wir zugleich die Grundlagen der regionalen Limnologie. Es ist ja nämlich selbstverständlich, dass die Milieuspektra des Wassers je nach dem geologischen Aufbau der Umgebungen ein beträchtliches Wechseln darbieten müssen.

Im grossen und ganzen kann in dieser Hinsicht mit fünf schon etwas untersuchten verschiedenen Grundtypen für den geologischen Aufbau unserer Erde gerechnet werden. Es sind dies die folgenden:

### I. Kalkarme Gebirge.

#### A. Urgebirge mit Urgebirgsmoränen.

Spezialfälle: Gebiete a) der Humusgewässer und b) der Eisenquellen.

Diese Spezialfälle treten oftmals mit einander kombiniert auf.

#### B. Urgebirge mit marinen Sedimenten.

#### C. Urgebirge mit kalkreichen Moränen.

### II. Kalkgebirge.

#### A. Kalkgebirge ohne reichlicheren losen Ablagerungen.

#### B. » mit » » » bedeckt.

Über die verschiedenartige Ausbildung des Nährsalzspektrums in den verschiedenen hier angeführten Grundtypen orientiert weiter die beistehende Tabelle IV.

TABELLE IV.

| Geologischer Typus   | Kalkspektrum | Stickstoffspektrum | Phosphorsäurespektrum | Spektrum der Humussäuren | Spektrum des Detritushalts |
|--|--------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| I. Kalkarme Gebirge.                                       |              |                    |                       |                          |                            |
| A. Urgebirge mit Urgebirgsmoräne .....                     | } O          | } O                | } O                   | } O                      | } O                        |
| B. Moordistrikte .....                                     |              |                    |                       | } M bis P                | } M bis P                  |
| C. Urgebirge mit marinen Sedimenten .....                  | } ?          | } ?                | } ?                   | } O                      | } ?                        |
| D. Urgebirge mit kalkreichen Moräne .....                  | } ?          | } ?                | } ?                   |                          | } ?                        |
| II. Kalkgebirge.   |              |                    |                       |                          |                            |
| A. Reichliche Decke aus losen Ablagerungen vorhanden ..... | } M bis P    | } M                | } M                   | } O                      | } M bis P                  |
| B. Nicht vorhanden.....                                    |              | } ?                | } ?                   |                          | } O                        |

Soviel über die prinzipielle Beschaffenheit der Spektra. Schon ein oberflächlicher Blick auf eine geologische Karte wird hinreichen, um die prinzipiellen *isotropen* Linien — welche Gebiete mit übereinstimmendem Chemismus verbinden — aufzufinden<sup>1</sup>. Es liegt indessen auf der Hand, dass auch ganz lokale Einflüsse schon unter autochthonen Bedingungen sich hierbei in störender Weise geltend machen können. Es sei z. B. hierbei auf die Bedeutung der erratischen Blöcke für die Biologie der kleinsten Wassersammlungen hingewiesen. In grösserer Ausdehnung wird indessen die regionale Verteilung der Spektra erst durch die Kultur gestört. Wir werden in dem folgenden weiter hierüber sprechen.

### III. Das natürliche Milieuspektrum des Bodens.

Mit der Frage nach dem Milieuspektrum im Boden betreten wir ein Gebiet, das noch fast vollständig den weissen Flecken der Limnologie hinzurechnen ist.

Es ist zwar ganz selbstverständlich, dass das Bodenspektrum einigermaßen dem Wasserspektrum parallel geht. Innerhalb gewisser Grenzen dürfte deshalb das schon hierüber gesagte auch für das Bodenspektrum seine Gültigkeit haben.

Selbstverständlich müssen aber die Bodenspektra z. T. in anderer Weise als die Wasserspektra aufgestellt werden. Die allgemeine Gruppierung muss zwar dieselbe sein. Die Linien für den Nährstoffhaushalt müssen indessen hier nach an-

<sup>1</sup> Dieser hier zuerst gebrauchte Terminus *isotroph* ist aus gr. *ἴσος*, gleichmässig, und *τροφή*, Ernährung, hergeleitet.

deren Gesichtspunkten als nach dem der Litermilligramme gezogen werden. Es dürfte sich wohl eher empfehlen, hierbei mit %-Analysen zu arbeiten. Die wichtigsten Daten dieser Spektren wären dann etwa in der Weise, wie durch die beistehende Tabelle gezeigt wird, zusammenzustellen. Leider sind indessen geradezu

TABELLE V.

| Stoff                          | Polytrophie | Mesotrophie | Oligotrophie |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| Gesamtmenge anorg. Stoffe..... | } 50—100 %  | } 10—50 %   | } 0—10 %     |
| Gesamtmenge org. Stoffe .....  |             |             |              |
| Kalziumkarbonat .....          | } 50—100 %  | } 3—50 %    | } 0—3 %      |
| Siliziumoxyd .....             | } ?         | } ?         | } ?          |
| Eisenoxyd .....                |             |             |              |
| Stickstoff .....               | } ?         | } ?         | } ?          |
| Phosphorsäure.....             |             |             |              |

die fast wichtigsten Teilspektren — die des P:s und N:s — noch vollständig unbekannt.

Die Parallelität zwischen Wasser- und Bodenspektrum dürfte allerdings, wie gesagt, innerhalb gewisser Grenzen gelten. Eine disharmonische Verteilung der Spektren ist indessen gar nicht selten. Der Gehalt an Kalk und Eisen kann z. B. im Schlamm ganz vorherrschen, während das Wasserspektrum auf dem Typus m—o steht. Das Wasser kann weiter in Bezug auf P und N den Typus von o aufweisen, während gleichzeitig die Bodenfauna wegen der mehr linksorientierten Lage dieser Linien luxuriert u. s. w.

Die näheren Verhältnisse der Bodenspektren — und zwar besonders in ihrer Korrelation zu den Wasserspektren — verdienen eine eingehende Untersuchung. Nicht am mindesten die angewandte Limnologie im Dienste der Fischereiwirtschaft hat hieran sehr grosses Interesse.

#### IV. Die Gewässertypen der Erde und ihre regionale Verbreitung.

Bei Gruppierung der Gewässertypen der Erde dürfte es sich empfehlen, zuerst von den Erscheinungen des termischen Spektrums auszugehen. Wir gelangen dann für die Seen zu den Typen der arktischen, der temperierten und der tropischen Seen. Näheres hierüber vergl. bei FOREL 1901. In dem folgenden wird auch der Hauptsache nach nur um die temperierten Seentypen die Rede sein.



Versuchen wir indessen weiter zu gehen, so müssen auch — und zwar dabei in erster Linie — die Spektra in ernährungsphysiologischer Hinsicht als Leitfaden mit herangezogen werden.

In erster Linie kann hierbei — und zwar von phytoplanktologischen Gesichtspunkten aus beurteilt — ein eutropher Typus von einem oligotrophen ausgeschieden werden<sup>1</sup>. Der erstgenannte wird durch den Mesotypus, der letztgenannte durch den Oligotypus der N- und P-Spektra charakterisiert. Diese Spektra stellen gewissermassen für die angeführten Typen eine *conditio sine qua non* dar. Sie repräsentieren somit den festen Hintergrund, gegen welchen sich z. B. die Ca- und die Humusspektra in verschiedener Weise bewegen.

In phytoplanktologischer Hinsicht liegt das Charakteristikon des eutrophen Seentypus in der vegetationsfärbenden — oder jedenfalls vegetationstrübenden — Hochproduktion, das des oligotrophen in der niemals vegetationsfärbenden Geringproduktion des Phytoplanktons. Regional ist der eutrophe Seentypus in erster Linie für die Ebenen, der oligotrophe in erster Linie für die Urgebirge charakteristisch. Diese Verhältnisse habe ich schon früher (1919) näher klargelegt, weshalb ein weiteres Eingehen auf die Prinzipien dieser Einteilung hier überflüssig wird.

Versuchen wir indessen jetzt unsere Auseinandersetzung auf Grund des hier zuerst eingeschlagenen Weges zwecks einer Detailanalyse der Spektra weiter zu führen. Es dürfte dann möglich sein, die Seentypen — und im Prinzip die Gewässertypen überhaupt — weiter in folgender Weise einzuteilen:<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Im Gegensatz hierzu führt THIENEMANN (1921) drei verschiedenen Seentypen auf. Es sind dies die folgenden; Der eu-, der oligo- und der dystrophe Typus.

Für die zwei ersten Typen ist der Einteilungsgrund hierbei derselbe wie der von mir zuerst vorgeschlagene — also ein pflanzenbiologischer. Für den dritten Typus — der ja pflanzenbiologisch gesprochen auch als oligotroph zu bezeichnen ist — wird aber noch ein ganz neues Moment, die Paratrophie, nebenbei eingeführt.

Diese Einteilung scheint mir aber der Einheitlichkeit zu entbehren. Ich möchte deshalb an die von mir früher vorgeschlagene pflanzenphysiologisch definierte Zweigliederung der Haupttypen festhalten. Die Paratrophie ebenso wie andere Umstände sind dann erst bei der weiteren Zergliederung der Haupttypen mit in der Frage zu ziehen.

Es ist indessen selbstverständlich, dass — von anderen Gesichtspunkten aus — auch die Ortho- bzw. die Paratrophie als Haupttypen gegen einander aufgestellt werden können. Für die allgemeine Produktionsbiologie dürfte es sich indessen am meisten empfehlen, die Haupteinteilung eben auf die pflanzenphysiologisch definierten Begriffe der Eu- bzw. der Oligotrophie zu begründen.

<sup>2</sup> Die Termini eu- und oligotroph wurden von mir zuerst 1919 in der Limnologie eingeführt. Als neue Termini werden indessen hiermit noch weiter eingeführt:

Gypsetroph. Herleitung aus gr. γύψος, Kalk, und τροφή, Ernährung. Die Wortbildung soll darauf hinweisen, dass der Stoffumsatz in erster Linie durch den Kalk gekennzeichnet wird.

Paratroph. Herleitung aus gr. παρά, daneben, und τροφή, Ernährung. Die Wortbildung soll darauf hinweisen, dass der Stoffumsatz in erster Linie durch Stoffe, welche von den Umgebungen eingeschwemmt werden, gekennzeichnet wird. THIENEMANN hat hierfür (1921) den Terminus dystroph vorgeschlagen. Aus philologischen Gründen möchte ich indessen die Bezeichnung paratroph vorziehen.

Orthotroph. Herleitung aus gr. ὀρθός, recht, richtig. Die Wortbildung soll gerade den Gegensatz zu Paratroph kennzeichnen.

## I. Eutrophe Seen.

Nicht prinzipiell variables Grundspektrum des Wassers: Mesotypus des N- und P-Spektrums.

Variable Nebenspektra des Wassers: Betrifft vor allem den Gehalt an Ca.

Vertikale Variation der Wasserspektra: Trifft vor allem für den  $O_2$  zu. Das  $O_2$ -Spektrum durchläuft zur Zeit der Hauptstagnation sämtliche Etagen von p (Oberfläche) bis o (Boden). Näheres hierüber bei THIENEMANN 1918, 1920.

Horizontale Variation der Wasserspektra: Starke Schwankung des  $O_2$ -Spektrums des oberflächlichen Wassers im Laufe des Tages.

Typisches Grundspektrum des Bodens: Wahrscheinlich Mesotypus des N- und P-Spektrums. Oligotypus des  $O_2$  und  $H_2S$ -Spektrums.

Variable Nebenspektra des Bodens: Vor allem der Gehalt an Ca kommt hier in der Frage.

H. NORDQVIST (1921) unterscheidet von dem eutrophen Typus eine pleio- und eine meioeutrophe Modifikation. Die floristische bzw. faunistische Definition dieser Begriffe ist zuerst von dem genannten Autor gegeben. Die speziellen Lebensverhältnisse innerhalb dieser Modifikationen sind indessen noch ganz unbekannt.

Von dem eutrophen Seentypus s. lat. kann indessen ausser dem Haupttypus eine besondere regional wohl ausscheidbare gypsotrophe Fazies ebenso wie eine mehr lokald überwiegend paratrophe Modifikation ausgeschieden werden. Die Charakteristika dieser dem Hauptbegriff untergeordneten Typen können in folgender Weise zusammengestellt werden:

### 1. Der eutrophe Seentypus s. str. oder der ortho-eutrophe Seentypus.

Hauptcharaktere der Spektra s. oben. Lage der Ca-Linie im Gebiet des Mesotypus.

### 2. Die gypso-eutrophe Fazies des eutrophen Seentypus.

Grundtypus des Wasserspektrums: Mesotypus der N- und P-, Polytypus der Ca-Linie.

Grundtypus des Bodenspektrums: Polytypus der Ca-Linie.

### 3. Die para-eutrophe Modifikation des eutrophen Seentypus.

Grundspektra wie oben unter 1. Der Typus ist indessen in erster Linie eben durch die Paratrophie charakterisiert. Die produktionsbestimmenden Faktoren sind deshalb hier direkt von der Umgebung [Einschwemmen von eutrophen Detritus usw.] abhängig.

## II. Oligotrophe Seen s. lat.

Nicht prinzipiell variables Grundspektrum des Wassers: Oligotypus entweder von N und P oder von beiden.

Variable Nebenspektra: Betrifft vor allem den Gehalt an Humus und an Ca.

Vertikale Variation der Wasserspektra: wechselnd.

Horizontale » » » : ohne grössere Bedeutung.

Bodenspektra: wechselnd.

Von diesem Seentypus können drei verschiedene, regional variierende Fazies unterschieden werden. Es sind dies die folgenden:

1. Der oligotrophe Seentypus s. str. oder der ortho-oligotrophe Seentypus.

Grundspektra des Wassers: s. oben.

Vertikale Variation der Wasserspektra: ohne Bedeutung. Vergl. THIENEMANN 1918, 1920.

Grundspektra des Bodens: Meso- bis Oligotypus des N- und P-Spektrums. Mesotypus des O<sub>2</sub>-Spektrums.

2. Die gypsotrophe Fazies des oligotrophen Seentypus.

Grundspektrum des Wassers: Oligotypus entweder des N- oder des P-Spektrums (vielleicht kombiniert); Polytypus des Ca-Spektrums.

Grundspektrum des Bodens: Polytypus des Ca-Spektrums.

3. Die paratrophe Fazies des oligotrophen Seentypus.

Grundspektrum des Wassers: Oligotypus von N und P und Ca; Durch Einschwemmung Meso- bis Polytypus von Humus.

Vertikale Variation der Wasserspektra: Das O<sub>2</sub>-Spektrum entweder vertikal homogen oder von p (Oberfläche) bis o (Tiefe) variierend. Vergl. hierzu vor allem THIENEMANN 1921.

Grundspektrum des Bodens: Oligotypus von N, P und Ca. Meso- bis Polytypus von Humus.

\*

\*

\*

Betreffs der Verteilung dieser Seentypen in ihrer Abhängigkeit von dem geologischen Aufbau des Bodens orientiert die beistehende Tabelle VI näher.

Die hier gegebene Einteilung dürfte wohl als eine erste Grundlage der regionalen Limnologie gelten können. Es ist indessen zu bemerken, dass unsere Kenntnis in diesen Fragen als eine ganz besonders lückenhafte bezeichnet werden muss. Dies hängt wohl in erster Linie davon ab, dass das Studium der regionalen Limnologie erst in den letzten Jahren einsetzte. Der erste Versuch einer kausal-regionalen Gruppierung der Gewässertypen wurde nämlich erst 1917 von mir gegeben. Es ist aber das Verdienst THIENEMANNS, den wichtigen Problemkomplex der eu-



bezw. oligotrophen Seentypen in seiner Gesamtheit zuerst in Angriff genommen zu haben. Die ernährungsphysiologische Richtung in der Limnologie, die hiermit auch

TABELLE VI.

| Bodentypus   | Seentypus                                |
|--|--|
| I. Kalkarme Gebirge.                                       |  |
| A. Urgebirge mit Urgebirgsmoräne...                        | } Oligotropher Typus, Orthotrophe Fazies |
| B. Moordistrikte .....                                     |  |
| C. Urgebirge mit marinen Sedimenten                        | } ?                                      |
| D. Urgebirge mit kalkreichem Moräne                        |  |
| II. Kalkgebirge.   |  |
| A. Reichliche Decke aus losen Ablagerungen vorhanden ..... | } Eutropher Typus                        |
| B. Nicht vorhanden .....                                   |  |
|  | Oligotropher Typus, Gypsotrophe Fazies   |

mit Rücksicht auf die natürlichen Gewässertypen inauguriert worden ist, dürfte indessen in einer weit grösseren Ausdehnung die Aufmerksamkeit sowohl der theoretisch wie der praktisch thätigen Limnologen verdienen.

\*

\*

\*

Die Reste des jetzigen Pflanzen- und Tierlebens der Gewässer werden allmählich als Humus- oder Torfablagerungen am Rande und Boden der Gewässer abgestapelt. So geht auch der See einmal in das Moor über. Auch das Milieuspektrum selbst wird eben hierdurch während der Zeiten beträchtlich verändert.

So geht die gypsotrophe Fazies des eutrophen Seentypus zuerst in eine ortho-eutrophe, die ortho-oligotrophe entweder — in der Ebene — zuerst in eine ortho-eutrophe oder — in den Urgebirgen — direkt in eine para-oligotrophe über u. s. w. Die nähere Weise, in welcher dieses Wechseln der Spektren in den Schlamm- und Torfablagerungen registriert wird, ist indessen noch vollständig unbekannt. Für die Torfforschung eröffnet sich hier wiederum auf Grund der Lehre von den Milieuspektren ein grosses Arbeitsfeld. Die Voraussetzung für seines Betreten ist indessen — wie immer, wenn es sich um genetische Arbeiten handelt —, dass die Lebensbedingungen der jetzigen Gewässer — allerdings hier vor allem auf dem mikrobiologischen Gebiet — als Ausgangspunkt genau gefasst werden.

## V. Die Stellung der Süsswasserorganismen innerhalb der Milieuspektra.

Mit der Frage über die Stellung der Süsswasserorganismen innerhalb des Milieuspektrums betreten wir einen ganz gewaltigen Problemkomplex, von dem die ökologische Limnologie bis jetzt nur einige sehr fragmentarische Bruchstücke in Arbeit genommen hat — und zwar ungefähr ebenso viel, wie erforderlich war, um eine erste ökologische Gruppierung der Seentypen zu durchführen. Im grossen und ganzen kann deshalb das betreffende Gebiet als sehr unbekannt gelten. Ein weites Arbeitsfeld eröffnet sich hier sowohl für die Zoologie wie für die Botanik als Hilfswissenschaften für die im Vergleich mit den Spezialdisziplinen mehr syntetisch arbeitende Limnologie. Es muss demnach die Aufgabe der Spezialwissenschaften sein, die Verteilung der Organismengesellschaften innerhalb der Spektra zuerst in Detail klar zu legen.

Auf dem jetzigen Standpunkt der Limnologie ist indessen, wie gesagt, unsere Kenntnis hierüber sehr lückenhaft. Es kann demnach in diesem Zusammenhang leider fast nur das Plankton in aller Kürze gestreift werden.

### A. *Das Phytoplankton.*

#### 1. Die Stellung des Phytoplanktons gegenüber dem Spektrum des Nährstoffhaushalts.

Die Verbreitung des Phytoplanktons ist in komparativer Weise nur für die orto-eu-, orto-oligo- und para-oligotrophen Seen des mesothermen Typus in ihren Hauptzügen erforscht worden. Es hat sich hierbei (vergl. NAUMANN 1917) gezeigt, dass die meisten Formen als vollständig eurytroph bezeichnet werden können. Sie sind indessen fast sämtlich auch als quantitative Indikatoren für den eutrophen Seentypus zu bezeichnen. Ausschlaggebend scheint dabei die Stellung des N- und P-Spektrums zu sein. Gegen diesen unwillkürlich festen Hintergrund zeigen indessen die Spektra z. B. für Ca und Humus eine beträchtliche Beweglichkeit. Im grossen und ganzen finden wir deshalb auch rein qualitativ gesprochen dieselben Organismen im Plankton der eu- wie in der oligotrophen Gewässer vertreten. Die Produktion ist aber eine ganz wesentlich verschiedene — einerseits eine oft übermässig hohe, anderseits aber nur eine sehr arme Entwicklung des Planktons.

Stenotrophe Netzformen — die also als wirklich qualitative Indikatoren für die betreffenden Seentypen gelten können — scheinen überhaupt sehr selten zu sein. Vielleicht können hierbei die Mehrzahl der Desmidiaceen (Ca-stenotroph, Oligotypus; Humus-eurytroph; Verhalten gegen das N- und P-Spektrum unbekannt, fehlen aber in den eutrophen Seentypen) und gewisse Myxophyceen, wie *Aphanizomenon*,

das Gross von *Lyngbya* und *Oscillatoria* (N- und P-stenotroph, Mesotypus; Vorkommen auf den eutrophen Seentypus begrenzt) angeführt werden. Dies habe ich schon 1917 zuerst näher klargelegt.

Die eigenartige gypsotrophe Fazies des oligotrophen Seentypus ist leider in phytoplanktologischer Hinsicht als vollständig unbekannt zu bezeichnen. Dasselbe gilt für seine Gesamtbiologie überhaupt.

## 2. Die Stellung des Phytoplanktons gegenüber termischen und photischen Spektra.

Die Stellung des Phytoplanktons dem termischen Spektrum gegenüber kann vielleicht durch die bekannte temporale Succession der Assoziationen als einiger-massen klar gelten.

Viel weniger bekannt sind aber die Verhältnisse der Photophilie. Zwar lässt es sich ganz allgemein sagen, dass der polytype Bezirk des Spektrums im grossen und ganzen von derartigen Organismen beherrscht wird, welche dem Neuston angehören. Die Linien des eigentlichen Planktons verbreiten sich wahrscheinlich von hier ab weit in das Gebiet des oligophotischen Typus hinein. Betreffs dieser allgemeinen Auseinandersetzungen vergl. E. NAUMANN 1921. In Details ist indessen hier nichts bekannt.

## B. Das Zooplankton.

### 1. Die Stellung des Zooplanktons gegenüber dem Spektrum des Nährstoffhaushalts.

Diese Fragen sind zuerst von H. NORDQVIST 1921 analysiert worden. Es gelang ihm der Nachweis, dass jedenfalls das gesamte Teichzooplankton in die zwei ernährungsphysiologisch abhängigen Formationen der eutrophen s. lat. und oligotrophen s. lat. Haupttypen gegliedert werden kann. Die spezielle Verteilung innerhalb der hier S. 10—14 näher gekennzeichneten Unter-typen ist aber noch vollständig unbekannt.

Wie es sich hierbei mit dem Seenplankton verhält, ist ebenfalls sogar betreffs der Haupttypen noch fast vollständig unbekannt. Mit den neuen Problemstellungen, die nunmehr möglich gemacht worden sind, eröffnet sich hier wiederum ein grosses Arbeitsfeld für die kausale, komparative Limnologie.

Es sei hierzu auch bemerkt, dass die jetzige Planktologie zu einem sehr wesentlichen Teil auf Grundlagen ruht, welche nur bei Untersuchungen der eutrophen Seen Nordeuropas gewonnen sind. Wie gestaltet sich aber die Verbreitung der verschiedenen Gruppen in den sonstigen ökologisch definierten Seentypen? Und wie gestalten sich die Planktonprobleme — der Temporalvariation, der cyclischen Fortpflanzung u. s. w. — für Seen, welche termisch gleichgestellt sind, aber in Bezug auf die Milieuspektra prinzipiell abweichen? Wie gestalten sich hierbei



Eutrophie gegen Oligotrophie, Orthotrophie gegen Paratrophie u. s. w.? Dies sind nun einige der neuen Fragen, welche, wie leicht ersichtlich, selbst die Prinzipien der jetzigen Planktologie aufs innigste berühren. Erst die Beantwortung dieser Fragen wird auch einen wirklich kritikfesten Grund für die Tiergeographie schaffen. Ihre Behandlung der Probleme hat selbstverständlich im allgemeinen erst dann einzusetzen, wenn die ökologische Verteilungsprinzipien klargelegt sind. Leider war schon oft genug gerade das Gegenteil der Fall. Von einer regionalen Limnologie auf tieferem Grund kann auch deshalb erst in den letzten Jahren die Rede sein.

## 2. Die Stellung des Zooplanktons den termischen und photischen Milieuspektra gegenüber.

Betreffs dieser Frage mag hier ein Hinweisen auf das oben betreffs des Phytoplanktons Auseinandergesetzte genügen.

## 3. Andere Gesellschaften.

Das milieu-ökologische Studium derartiger Wasserorganismen, welche dem Plankton nicht angehören, steht noch in seinem ersten Anfang.

Es ist THIENEMANNS Verdienst, zuerst einen hierhergehörigen Problemkomplex — die Verbreitung der *Chiromoniden*-Larven — in Arbeit genommen zu haben. Es hat sich auch hierbei gezeigt, dass es möglich ist, die *Chiromoniden* mit den Milieuspektra zu verbinden und deshalb auch die Verteilung der Gruppe innerhalb der Seentypen kausal zu erklären. Die Arbeiten THIENEMANNS zeigen auch, wie weit derartige Analysen führen können.

Die ökologischen Grundlagen in der Verbreitung der Süßwasserorganismen in ihrer Abhängigkeit von den physiologisch charakterisierten Seentypen sind indessen sonst noch fast vollständig unbekannt. Zwar sind einige speziellen Formen in dieser Hinsicht näher bekannt; vergl. z. B. die Zusammenstellung bei LAUTERBORN 1913. Die grösseren systematischen Einheiten sind in dessen in ihrer Gesamtheit in dieser Hinsicht noch vollständig unbekannt. Ein weites Feld öffnet sich deshalb hier für die Zoologie ebenso wie für die Botanik.

Die Voraussetzung derartiger Arbeiten auf diesem Gebiet kann nach dem in dem vorigen näher auseinandergesetzten als eine kausal regionale Kartierung der verschiedenen Organismen bezeichnet werden.

Bei dieser Arbeit sind zuerst die aufgefundenen Lokale auf Karten einzzeichnen. Es erfolgt dann das Ziehen der isotrophen Linie bzw. das Einlegen der isotrophen Gebiete nach den S. 4—8 besprochenen Gesichtspunkten. Es ist besonders auf die Teilspektra von Ca, N und P ebenso wie auf das der Humussäure zu achten.

Diese Arbeit muss zuerst für jede aquatische Pflanzen- und Tiergruppe durchgeführt werden. Die regionale Kartierung beantwortet dann ohne weiteres, inwie-

weit die milieuchemischen Differenzen sich bei der Verbreitung beteiligen. Nachdem diese Frage erledigt ist — aber selbstverständlich erst dann! — sind auch andere Momente — wie z. B. die historisch-geographischen Problemkomplexe — bei der Auseinandersetzung des Problems zu berücksichtigen.

Von einem ganz besonderen Interesse wäre gewiss die Durchführung einer derartigen ökologischen Kartierung für ein Land mit so wechselnden Naturverhältnissen wie Schweden. Die Floristik und Faunistik hat auch hier so alte Ahnen, dass der Weg für eine künftige Ökologie hierdurch gut gebahnt sein möchte.

Wir sind leider heute noch sehr weit von der Verwirklichung dieses Programmes entfernt. Sogar so einfache Fragen wie z. B. die betreffs der regionalen Variation der höheren Wasservegetation sind noch vollständig unbeachtet geblieben. Auch ist noch keine Tiergruppe in dieser Weise analysiert worden.

## VI. Die kulturelle Beeinflussung der Milieuspektra. — Das System der Saprobien.

Als die kulturelle Beeinflussung der Milieuspektra bezeichne ich die Modifikationen, welche in deren ursprünglichen Ausbildung als ein unabsichtlicher oder absichtlicher Nebeneffekt der Kultur eintreten.

Diese Einflüsse können sich sowohl auf Wasser wie Boden für sich wie auch zusammen erstrecken. Am einfachsten gestaltet sich hierbei die Einwirkung organischer Dungstoffe, welche vor allem ein Verschieben der N- und P-Spektra nach links bedingen. Im allgemeinen geht dieser Effekt sowohl auf den Ursprungsstandard des Wassers wie des Bodens aus. Die erste eingehende Analyse dieser Erscheinungen wurde 1908, 1909 von KOLKWITZ und MARSSON gegeben. Die grosse über diese Fragen vorliegende Literatur (vergl. z. B. KOLKWITZ 1914) macht indessen ein näheres Eingehen hierauf überflüssig. Als einige in der Praxis bedeutungsvolle Erscheinungen, welche sonst eigentlich etwas abseits der eigentlichen Verunreinigungstypen liegen, kann hierbei sonst z. B. auf den Dungeffekt der Futterstoffe in Fischteichen (NAUMANN 1921) ebenso wie auf den produktionssteigernden Effekt des Flachsröstens (HAGMAN 1916) hingewiesen werden.

Lokale Störungen, welche der Hauptsache nach die Bodenspektra für sich treffen, sind zwar seltener aber wahrscheinlich weit allgemeiner als dies bis jetzt bekannt geworden ist. Von grossem Interesse ist das Verschieben des P- und N-Spektrums der Bodentypen nach links durch Einwirkung von lokalen Abwässern und lokalen Mistanhäufungen (Einfluss der Stallungen, Winterwege auf Seen Finnlands, Renntierseen des Nordens u. s. w.), welche zuerst von HAGMAN (1916) erklärt wurden.

\*

\*

\*

Es war bisher von derartigen Störungen des ursprünglichen Milieuspektrums die Rede, welche als ein unabsichtlicher Nebeneffekt der Kultur bezeichnet werden können. Es sei aber indessen hierzu auch bemerkt, dass die genaue Kenntnis der Abhängigkeit der Wasserorganismen von dem Milieuspektrum direkt in den Dienst der Praxis genommen werden kann. Wir erreichen damit die Frage nach der Beherrschung der Milieuspektren als eine Grundlage der Fischereiwirtschaft. Vor allem die Lehre von der Wasserdüngung muss hierauf aufgebaut werden. Im Prinzip handelt es sich ja nämlich hier nur um ein willkürliches und reguliertes Verschieben der N-, P und (z. T.) Ca-Spektren nach links. Also, innerhalb gewisser Grenzen, um nichts anders als eine absichtliche und begrenzte Verunreinigung der Gewässer zum Zweck der Produktionssteigerung. Von den Gesichtspunkten der modernen Planktologie habe ich zuerst (1921) eine Reihe diesbezüglicher Fragen in ihrer Gesamtheit klargelegt.

\*

\*

\*

Als KOLKWITZ und MARSSON zuerst (1908, 1909) die Einwirkung von organischen Dungstoffen auf das Wasser systematisch in moderner Weise analysierten, wurde auf diesem Grund das System der Saprobien begründet. Je nach dem Verschmutzungsgrad des Wassers wurden dieselben in den Zonen der Poly-, Meso- und Oligosaprobien eingereiht.

Später habe ich (1919) nachgewiesen, dass auch die natürlichen Biocönosen nach dem Prinzip dieser Saprobien-Zonierung restlos erklärt werden können. Ausschlaggebend sind hierbei die Verhältnisse des P- und N-Spektrums.

Die in dem Vorigen dargestellten Prinzipien der verschiedenen Milieuspektren wurden demnach zuerst durch eine logische Entwicklung dieser Gedanken gewonnen.

Die Frage dürfte indessen gestellt werden können, inwieweit das von mir vorgeschlagene System wirklich weiter führt. Zu Erledigung dieser Frage ist eine Analyse der gegenseitigen Verhältnisse dieser ökologischen Systeme — die selbstverständlich ganz unabhängig von einander gebraucht werden können — erforderlich. Sie dürfte wohl in folgender Weise kurz auseinandergesetzt werden können.

1. Das von mir vorgeschlagene physiologische System bezweckt eine Reanalyse der produktionsbestimmenden Faktoren jeder für sich.

2. Das System der Saprobien arbeitet im Gegensatz hierzu mit dem Durchschnittsstandard des Wassers. Eine Reanalyse der Spezialfaktoren wird nicht gegeben. Der allgemeine Standpunkt der Saprobität wird als ausschlaggebend betrachtet.

3. Die Begriffe des p, m und o in Anbetracht der allgemeinen Saprobität decken sich somit prinzipiell gar nicht mit den Begriffen des p, m und o in Anbetracht des speziellen Trophie-Standards. Ein Organismus kann z. B. eben im Polysaprobion luxurieren obgleich er als N- und P-oligotrophophil zu bezeichnen ist.



Das Vorkommen kann dann z. B. in der Poly- bis Mesotrophie gegen  $H_2S$ , die auf der Saprobienétage p vorhanden ist, seine Ursache haben. Ein derartiger Organismus wird somit als polysaprob bezeichnet. Praktisch gesprochen mit Recht. Tiefer gesehen handelt es sich aber hier um einen Trugschluss. Das Beispiel ist leicht zu vervielfältigen.

4. Es ergibt sich hieraus, dass ein für rein wissenschaftliche Zwecke brauchbares ökologisches System eben mit der Reinalalyse der Spezialfaktoren des Trophie-Standards arbeiten muss. Die Durchschnittsanalyse der Saprobitäts-Grad, kann hier nicht ausreichen.

5. Das von mir vorgeschlagene physiologische System verfolgt somit in seiner jetzigen Entwicklung ganz andere Wege als das System der Saprobien. Es muss deshalb auch ganz unabhängig davon weiter ausgebaut werden.

\*

\*

\*

Ein für praktische Zwecke beabsichtigtes System der Saprobien braucht selbstverständlich nur mit dem durchschnittlichen Saprobitäts-Grad zu arbeiten. Ein allgemeineres System der Ernährungstypen überhaupt muss indessen alle Fragen in ihrer Gesamtheit berücksichtigen. Bei Untersuchungen, die sich speziell auf die Saprobität der Gewässer beziehen, hat man somit — und zwar vor allem für rein praktische Zwecke — eben der Bezeichnungsweise des Saprobiensystems nach KOLKWITZ und MARSSON zu folgen. In anderen Fällen, die sich mehr auf die Gesamtbilogie der Gewässer beziehen, dürfte indessen die Detailanalyse der Spektre, etwa wie sie hier näher auseinandergesetzt wurde, vorzuziehen sein.

## VII. Ausblick.

Der Versuch einer in erster Linie ernährungsphysiologischen Analyse der Ökologie der Süsswasserorganismen, welcher in dem Vorigen gegeben wurde, dürfte jedenfalls einen gangbaren Weg zur weiteren Entwicklung der regionalen Limnologie darstellen. Ein weites Arbeitsfeld für die spezielle Botanik und Zoologie wird hierdurch eröffnet. Sogar für die Geologie dürfte in dieser Weise sich neue Arbeitsmöglichkeiten ergeben. Auch die angewandte Wissenschaft auf den verschiedenen Gebieten der Limnologie dürfte in dieser Weise gefördert werden können.

Die Frage möchte indessen endlich hier aufgestellt werden, inwieweit die hier für die Süsswasserorganismen diskutierten Prinzipien der Milieuspektre vielleicht eine allgemeinere Gültigkeit aufweisen.

Für meinen Teil möchte ich ohne weiteres die aufgestellte Frage in bejahender Weise erledigen. Vor allem glaube ich, dass die Prinzipien der Milieuspektre auf das Gesamtgebiet des Wassers mit Vorteil angewandt werden können.

Und hiermit betreten wir auch das grösste Lebensgebiet unserer Erde, die Ozeane. Der N- und P-Haushalt derselben ist schon oft genug erörtert. Vergl.

z. B. die zusammenfassende Darstellung bei NATHANSSON 1906. Vergleichen wir die diesbezüglichen Spektra mit denen des Süßwassers, so ergibt sich, dass z. B. die Ostsee mit dem eu-, die warmen Ozeane im grossen und ganzen mit dem oligotrophen Seentypus verglichen werden können. Inwieweit dies für die Ostsee auch von den Gesichtspunkten der ernährungsphysiologischen Abhängigkeit von Meerabschnitten vom Kultur der umgebenden Länder zu erklären ist, entzieht sich jedoch z. Z. der Beurteilung.

In einer Hinsicht dürfte jedoch die Abhängigkeit der Ostsee ziemlich klar liegen. Es betrifft dies die gewaltigen Mengen von Humusstoffen, welche durch die Flüsse eingeführt werden. Das potentielle Kapital an für das Zooplankton ausnützbarem Detritus, welche diese repräsentieren, dürfte auf dem jetzigen Standpunkt der Limnologie ziemlich klar liegen. Überhaupt dürfte wohl auch die in derartiger Weise abhängige Verschiebung des Spektrums des unbelebten Sestons, welche die Flüsse der temperierten Zone der Erde für die daran grenzenden Mehrabschnitte bedingen, einen bedeutenden aber bisher übersehenen Produktionsfaktor für das Zooplankton ausmachen. ASCHAN hat zuerst (c. 1906) auf die Bedeutung dieser wichtigen Fragen hingewiesen.

Auch hier wäre deshalb eine regionale Kartierung der verschiedenen Teilspektra — und zwar vor allem mit Rücksicht auf die hier noch recht wenig bekannte Frage der Ab- bzw. der Unabhängigkeit des Wassers von dem Land — für die allgemeine Hydrobiologie von grösster Bedeutung, sowohl an und für sich, wie auch als Vergleich zu den Ergebnissen und Fragestellungen der jetzigen Limnologie.

Lund, Botan. Lab. der Universität, Mitte März 1921.



## Literatur.

- ASCHAN, O., Über die Humusstoffe der Skandinavischen Süßwässer. Helsingfors 1906. [Schwedisch; vergl. Z. f. prakt. Geol. 1907.]
- BEIJERINCK, Über die Butylalkoholgärung. Verh. Akad. Wetensch. Amsterdam. 1893.
- , Les organismes anérob. obligat., ont-ils besoin d'oxygène libre? Archives Néerl. 1899.
- , Über oligonitrophile Mikroben. Zbl. f. Bakt. 2 Abt. Bd. VII. 1901.
- FEHLMANN, J. W., Die Bedeutung des Sauerstoffs für die aquatile Flora. Festschr. der naturf. Ges. in Zürich. 1917.
- FOREL, F. A., Handbuch der Seenkunde. Stuttgart 1901.
- HAGMAN; NILS, Über den Effekt der Flachsröstung auf die Naturnahrung der Gewässer. Fiskeritidskrift för Finland. XXIII. 1916. [Schwedisch.]
- , Die Produktion von Naturnahrung in den Seen Lapplands in ihrer Abhängigkeit von dem — Renntier. Fiskeritidskrift för Finland. XXIII. 1916. [Schwedisch.]
- KNAUTHE, K., Die Karpfenzucht. Neudamm 1901.
- , Das Süßwasser. Neudamm 1907.
- KOLKWITZ, R., Pflanzenphysiologie. Jena 1914.
- KOLKWITZ, R. und MARSSON, M., Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. der deutschen Botan. Ges. 1908.
- , Ökologie der tierischen Saprobien. Int. Revue der Hydrobiologie. 1909.
- LAUTERBORN, R., Süßwasserfauna. — Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Jena 1913.
- NATHANSSON, ALEXANDER, Vertikale Wasserbewegung und quantitative Verteilung des Planktons im Meere. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. 1906.
- NAUMANN, EINAR, Untersuchungen über die Plankton- und Bodenbeschaffenheit einiger Süd- und mittelschwedischer Urbergsgewässer. [Schwedisch mit deutschem Resumé.] K. Sv. Vet. Akad:s Handlingar. Bd 56 Nr 6. 1917. [Zugleich Diss., Lund 1917.]
- , Einige Gesichtspunkte zur Ökologie des Planktons. Mit besonderer Berücksichtigung des Phytoplanktons. Svensk Botan. Tidskr. 1919. [Schwedisch mit deutschem Resumé.]
- , Die Bodenablagerungen des Süßwassers. Eine einführende Übersicht. Archiv f. Hydrobiologie 1921.
- , Untersuchungen über das Verteilungsproblem des limnischen Biosestons. I. K. Sv. Vet. Akad:s Handlingar. Bd 61, Nr 6. 1921.
- , Spezielle Untersuchungen über die Ernährungsbiologie des tierischen Limnoplanktons. I. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. II. Bd 17, Nr 4. 1921.
- , Untersuchungen über die Phytoplanktologie der Teiche Anebodas in den Jahren 1910—1920. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. II. 1921. [Schwedisch mit deutschem Resumé. Im Druck.]
- NORDQVIST, H., Studien über das Teichzooplankton. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. II. Bd 32. Nr 5 1921. [Zugleich Diss., Lund 1921.]
- THIENEMANN, A., Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. Archiv f. Hydrobiologie. Bd XII. 1918.
- , Biologische Seetypen. L. c. 1920.
- , Seetypen. Die Naturwissenschaften. 1921.
-



SUR QUELQUES  
ESPÈCES NOUVELLES OU CRITIQUES  
DES GENRES  
CELSIA ET ONOPORDON

PAR  
SV. MURBECK

---

AVEC 4 PLANCHES ET 3 FIGURES DANS LE TEXTE

---

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Présenté à la Société Royale Physiographique le 12 Octobre 1921.

LUND 1921  
IMPRIMERIE HÅKAN OHLSSON

## Celsia L.

Sectio *Arcturus* BENTH.

**C. bætica** (WILLK.) Nob. — Planta biennis (vel interdum perennis?), 7—18 dm. alta. Caulis simplex, rarius superne ramo uno alterove paucifloro instructus, stricte erectus, firmus, teres, plerumque violaceo-rubescens, basi sæpius pilis articulatis brevibus (vulgo 3-cellularibus) glanduliferis et non glanduliferis puberulus, ceterum glaberrimus. Folia basilaria caulinaque inferiora petiolata; petiolus basi dilatatus, ceterum sat angustus, præcipue marginibus pilis paucicellularibus glanduliferis et non glanduliferis  $\pm$  dense puberulus; lamina utrinque pilis paucicellularibus, numerosis glanduliferis immixtis, obsita vel supra glabrescens, ovato-lanceolata, grosse dentato-lobata vel lobato-pinnatisecta, rarius basi pinnatipartita; lobi vel segmenta utrinque 7—8, late vel lanceolato-triangularia, irregulariter dentata, dentibus triangularibus mucronulatis. Folia caulina media inferioribus multo minora, approximata, subsessilia vel sessilia, infra vel utrinque pilis brevissimis pro maiore parte glanduliferis obsita, suberecta vel arcuato-patula, e basi truncata vel subcordata ovato-lanceolata, pinnatilobata vel grosse et irregulariter eroso-dentata, lobis dentibusque mucronatis. Folia caulina superiora numerosa, approximata, sensim in bracteas inflorescentiæ transeuntia, utrinque minutissime glandulosa, secus nervum medianum  $\pm$  complicata, patentia vel arcuato-reflexa, e basi cordata ovato-vel lanceolato-triangularia, in apicem mucronatum producta, marginibus argute dentata, dentibus patentibus anguste triangularibus mucronatis. Inflorescentia multiflora, laxiuscula. Rachis per totam longitudinem, ut etiam bracteæ pedunculique, pilis glanduliferis 3-cellularibus sparsis (in bracteis et pedunculis densioribus) obsita. Bracteæ e basi latissima triangulares, patentissimæ, argute serratæ, in apicem integrum rigidulum deorsum curvatum subito attenuatæ, pedunculo inferiores parum, ceteræ dimidio vel duplo breviores. Pedunculi fructiferi 9—13 mm. longi, longitudinem capsulæ non vel parum superantes, crassi (1,5—2 mm. diam.), erecto-patentes (c. 60°), sursum arcuati, apice incrassati et sensim in calycem transeuntes. Calyx extus tota superficie pilis glanduliferis 3-cellularibus dense obsitus; laciniæ inæquales, jam florendi tempore supra medium latiores, posteriores lan-



ceolato- anteriores late ovato-rhomboideæ, omnes supra medium grosse serrato-dentatæ, dentibus utrinque 2—4. Corolla speciosa, (40—50) × (40—45) mm. diam., utrinque flava, extus pilis glanduliferis 3-cellularibus obsita; lobi duo superiores basin versus macula ovali atropurpurea notati; maculæ superne papillis violaceis inferne papillis luteis dense velutinæ. Filamenta staminum duorum posteriorum tota longitudine papillis aureis et violaceis dense velutina; duorum anteriorum basi papillis longis violaceis barbata, ceterum glaberrima. Antheræ staminum anteriorum longe adnato-decurrentes, lineares, rectæ vel leviter sursum arcuatæ, numquam apice deorsum curvatæ. Stylus flexuosus, 25—28 mm. longus. Ovarium glandulis breviter stipitatis dense obsitum. Capsula ovoideo-globosa, 8—10 mm. longa, 7—9 mm. lata, calyce subdimidio longior, styli basi persistente longiuscule rostrata. Semina subturbinata, c. 1,2 mm. longa, seriatim lacunoso-rugosa, lacunis cujusque seriei longitudinalis c. 6.

Syn.: *C. Barnadesii* var.(?) *Bætica* WILLK. Illustr. fl. Hisp., II, p. 55 (1886—92); Suppl. prodr. fl. hisp., p. 171 (1893).

Icon.: WILLK. Illustr., II, tab. CXXV.

Exs.: PORTA & RIGO Iter IV. Hispan. 1895, n. 352.

Aire géogr.: *Sud-ouest de l'Espagne*. Prov. de Cadix: "In agro urbis Jerez de la Frontera: Dehesa del Calvario in via quæ ducit ad oppidum Medina-Sidonia atque pr. Cortijo de los Prados ad viam hispalensem, PEREZ-LARA" (WILLK. Illustr., p. 56). — Serrania de Ronda, in aggeribus montan. supra Jimera, sol. calcar., 100—200 m. s. m., <sup>29</sup>/<sub>5</sub> 1895; Il. PORTA & RIGO (Hb. Mus. Lund.; Hb. Mus. Stockh.).

Comme on le voit par le synonyme cité, le *Celsia* dont il s'agit ici a déjà été décrit et figuré par WILLKOMM, qui cependant l'a rapporté comme variété au *C. Barnadesii* (VAHL) G. DON, plante de la province de Madrid. Toutefois, n'ayant pu se procurer des exemplaires de cette espèce, dont il n'existait en outre aucune figure, M. WILLKOMM a toujours douté si son opinion était bien fondée. Voici comment il s'exprime à ce sujet (Illustr., p. 57): "Or, la plante magnifique de Jerez, est-elle une variété du *C. Barnadesii* ou constitue-t-elle une espèce propre? Cette question importante ne peut être décidée que jusqu'à ce que le vaste territoire, qui est situé entre la province de Madrid et celle de Cadix, fusse exploré suffisamment quant à sa flore. Dans le cas qu'on rencontre en Extrémadure et dans le bassin de Guadalquivir des formes intermédiaires entre la plante de Madrid et celle de Jerez, il est clair que la dernière n'est qu'une variété plus grande et plus belle du *C. Barnadesii* . . . Mais si ces contrées indiquées manquent de telles formes intermédiaires et si y ne se trouve aucune *Celsia*, alors je penserais que la plante découverte par M. PEREZ-LARA est une espèce propre, qui ne sera pas restreinte à la province de Cadix, mais qui se retrouvera probablement dans l'empire de Maroc".

La plante des environs de Madrid a été décrite pour la première fois par VAHL [Symbolæ botanicæ, II, p. 39 (1791)] sous le nom de *Verbascum Barnadesii*; ensuite G. DON, qui évidemment n'en avait pas vu de spécimens, sa description étant une traduction presque littérale de celle de VAHL, l'a placée dans le genre



Fig. I. *Celsia Barnadesii* (VAHL) G. DON. —  $\frac{3}{4}$ .

*Celsia*. La description de VAHL est basée sur un échantillon d'herbier, qui lui avait été envoyé par le Dr. BARNADES. Cet échantillon, qui se trouve dans les collections du Musée botanique de l'université de Copenhague, est reproduit dans notre Fig. I, à l'échelle de  $\frac{3}{4}$ . La feuille, sur laquelle la plante est collée, porte au verso d'abord l'estampille "Hb. Vahlî", puis l'annotation faite par VAHL lui-même "Verbascum Barnadesii — Dr Barnades", et enfin cette indication écrite, probablement par le donneur, en lettres moulées: "Maj.—Jun. 1751. Ex colliculis de Hincapie ad dexteram viæ brevioris ab opp. Ortaleza ad Prædium la Moraleja. Tract. Matritens." — Un examen attentif de la description de VAHL prouve clairement qu'elle est basée uniquement sur ce même échantillon. Celui-ci est défectueux en ceci que la partie inférieure de la tige manque, fait qui paraît avoir échappé à VAHL et qui a occasionné plusieurs inexactitudes dans sa description, telles que "caule subnudo", "caulis pedalis", et "folia caulina integra". Le fruit manque aussi. Mais pour le reste, l'exemplaire est suffisamment instructif pour montrer qu'il représente une espèce très distincte de celle du sud de l'Espagne. Ci-dessous un aperçu des principaux caractères qui différencient les deux espèces.

*C. bætica* (WILLK.) MURB.

Feuilles inférieures ovales-lancéolées, à lobes au nombre de 7 à 8 de chaque côté.

Pédoncules fructifères longs de 9 à 13 mm., robustes, arqués-ascendants, épaissis au-dessous du calice, à peine 2 fois aussi longs que les bractées.

Lanières du calice ovales-rhomboidales, plus larges un peu au-dessus du milieu, toutes grossièrement dentées-serrulées au bords.

Corolle large de 4 à 5 cm.

Capsule égalant à peu près la longueur du pédoncule.

*C. Barnadesii* (VAHL) G. DON.

Feuilles infér. étroitement lancéolées ou linéaires-lanc., à lobes de 10 à 14 de chaque côté.

Pédoncules fructifères long de 16 à 20 mm., grêles, rectilignes, non épaissis au-dessous du calice, de 4 à 6 fois plus longs que les bractées.

Lanières du calice obovales, plus larges près du sommet, les 3 supér. entières ou obscurément tridentées, les 2 infér. presque entières ou finement denticulées.

Corolle large de 2 à 3 cm.

Capsule de 2 à 3 fois plus courte que le pédoncule.

S'il peut être admis que la plante du sud de l'Espagne est spécifiquement distincte du *C. Barnadesii* (VAHL) G. DON, qui a été retrouvé vers 1840 par REUTER dans la région de Madrid, à Colmenar viejo, au pied de la Sierra de Guadarrama<sup>1</sup>, mais qui, autant que je sache, n'a pas été rencontrée ailleurs en Espagne, on peut,

<sup>1</sup> La plante recueillie ici fut décrite par BOISSIER & REUTER [Diagn. pl. nov. hisp., p. 22 (1842)] comme espèce nouvelle, sous le nom de *C. pinnatifida*. Plus tard, BOISSIER reconnut que c'était là une erreur, et dans son Pugillus [p. 81 (1852)] il a rapporté la plante au *C. Barnadesii* (VAHL).



par contre, supposer avec raison que le *C. brassicifolia* décrit en 1907 par J. DE MARIZ comme espèce nouvelle et signalé en plusieurs stations du Portugal moyen, est identique avec le *C. Barnadesii*. Ainsi, la description assez détaillée (Boletim da Soc. Broter., XXIII, p. 48), qui est accompagnée d'une bonne photographie de la plante entière, correspond bien au spécimen type de VAHL, et quant aux points sur lesquels une comparaison ne peut être établie, à cause de la défectuosité de ce spécimen, on constate une concordance parfaite avec la description de BOISSIER & REUTER d'après les exemplaires de Colmenar viejo. Les données fournies par la répartition de la plante portugaise et de la plante castillane autorisent également à la supposition qu'elles représentent une seule et même espèce. En effet, les quatre stations dans lesquelles le *C. brassicifolia* a été signalé sont toutes situées, ainsi que le fait observer M. DE MARIZ, dans une région "limitada da bacia do Tejo", et les localités où a été trouvé le *C. Barnadesii* sont aussi situées dans des contrées arrosées par ce fleuve. Du reste, M. DE MARIZ lui-même admet la vraisemblance que sa plante existe aussi en Espagne. S'il n'est pas arrivé à l'identifier avec le *C. Barnadesii*, cela s'explique probablement par ce que, en discutant les affinités de sa plante, il l'a comparée, non pas avec le vrai *C. Barnadesii* (VAHL) G. DON, mais avec la description du *C. Barnad. β Bætica* de WILLKOMM, plante qui, d'après ce que je viens d'exposer, est spécifiquement distincte de celle de VAHL et qui habite une région bien différente, c'est-à-dire la partie la plus méridionale de l'Espagne.

**C. Faurei.** — Nova spec. — Planta biennis (vel interdum perennis?), 8—20 decim. alta et ultra. Caulis simplex vel superne ramo uno alterove paucifloro instructus, rectus vel leviter flexuosus, teres, plerumque viridis, basi vel fere usque ad medium pilis articulatis longis (vulgo 6-cellularibus) patentissimis non glanduliferis parce obsitus, ceterum glaberrimus. Folia basilaria caulinaque inferiora petiolata; petiolus angustus canaliculatus, marginibus pilis longis non glanduliferis ciliatus, ceterum glabrescens; lamina utrinque pilis longis multicellularibus haud glanduliferis parce vel infra secus nervos densius obsita, ovata vel ovato-lanceolata, grosse dentato-lobata vel lobato-pinnatifida vel basi pinnatipartita; lobi vel segmenta utrinque 5—7, late vel sæpius anguste triangularia, irregulariter dentata, dentibus triangularibus acutis, submucronatis. Folia caulina media inferioribus minor, sat distantia, breviter petiolata vel subsessilia, supra glabrescentia, infra secus nervos pilis longis non glanduliferis parce obsita, e basi ovata vel rotundata ovato- vel oblongo-lanceolata, pinnatilobata vel grosse et irregulariter dentata, dentibus submucronatis. Folia caulina superiora sat numerosa, sed distantia, sensim in bracteas inflorescentiæ transeuntia, glaberrima vel infra pilis longis rarissimis obsita, numquam glandulosa, non complicata, erecto-patula vel erecta, e basi ovata vel truncata lanceolato-triangularia vel lanceolata, in apicem longum integrum producta, ceterum inæqualiter dentata, dentibus patulis anguste triangularibus submucronatis. Inflorescentia multiflora, laxiuscula, demum valde elongata. Rachis per totam longitudinem, ut etiam bracteæ pedunculique, pilis glan-

duliferis 3-cellularibus dense obsita. Bractæ e basi ovata ovato-lanceolatae, patentès vel suberectæ, inferne denticulatæ, superne sensim in apicem integrum mollem haud recurvatum attenuatæ, pedunculo duplo vel triplo breviores. Pedunculi fructiferi 18—30 mm. longi, capsula  $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ -plo longiores, crassiusculi (1,3—1,8 mm. diam.), e basi arcuata erecti, rachi fere paralleli, apice subincrassati et subsensim in calycem transeuntes. Calyx extus tota superficie pilis glanduliferis 3-cellularibus dense vestitus; laciniae subæquales, ovato-lanceolatae, florendi tempore infra medium latiores, margine integerrimæ, duæ anteriores paullo majores rarius margine inferiore denticulo uno alterove minutissimo instructæ, omnes capsulæ maturæ arcte adpressæ. Corolla speciosa, (43—53)  $\times$  (40—48) mm. diam., utrinque flava, extus pilis glanduliferis 3-cellularibus obsita; lobi duo superiores basin versus macula ovali atropurpurea notati; maculæ confluentes, superne papillis violaceis inferne papillis luteis dense velutinæ. Filamenta staminum duorum posteriorum tota longitudine papillis aureis et violaceis dense velutina; duorum anteriorum basi papillis longis violaceis barbata, ceterum glaberrima. Antheræ staminum anteriorum longe adnato-decurrentes, apice semper deorsum curvatæ. Stylus 18—23 mm. longus. Ovarium glandulis breviter stipitatis dense obsitum. Capsula subglobosa, 8—9,5 mm. longa, 7,5—9 mm. lata, calycem non vel vix superans, styli basi persistente breviter rostrata. Semina griseo-atra, subturbinata, 1,3—1,4 mm. longa, seriatim lacunoso-rugosa, lacunis cujusque seriei longitudinalis 7—9.

Icon.: Tab. nostra I.

Aire géogr.: *Algérie. Dép't d'Oran.* Connu jusqu'ici seulement dans les environs d'Oued Imbert: Lieux rocailleux et talus de la voie ferrée à O. Imbert [A. FAURE,  $\frac{4}{6}$  1911;  $\frac{25}{5}$  1915 (Hb. Mus. Lund.)]; talus de la voie ferrée vers les Lauriers-Roses [A. FAURE,  $\frac{1}{8}$  1918;  $\frac{29}{5}$  1921 (Hb. Mus. Lund.)].

J'ai nommé ce *Celsia* en l'honneur de M. A. FAURE, instituteur à Oran, qui a découvert la plante en 1911 et qui l'a trouvée bien distincte de ses congénères algériennes. M. FAURE, qui n'a pas voulu décrire lui-même cette espèce, à cause des trop restreintes ressources scientifiques que lui offre l'endroit où il habite, m'en a fourni à plusieurs reprises d'excellents matériaux d'herbier représentant les différents stades de développement de la plante.

Le *C. Faurei* présente beaucoup d'affinités avec le *C. bætica* et le *C. commixta* décrit plus bas, mais il se distingue nettement de ces deux espèces par les caractères marqués en style espacé dans nos descriptions. Il est peut-être encore plus apparenté avec le *C. betonicifolia* DESF., Fl. atlant. II. p. 58 (1800) [Exs.: CHOULETTE, Fragm. fl. Alger. n. 167], puisqu'il a en commun avec lui un caractère très important et qui consiste en ce que les anthères des deux étamines antérieures sont fortement courbées en bas, au sommet. Il est cependant bien distinct de cette espèce par les différences indiquées ci-dessous.



*C. Faurei* MURB.

Partie inférieure de la tige et pétioles des feuilles inférieures pourvus de longs poils simples.

Feuilles inférieures lobées ou pinnatifides, à segments aigus et irrégulièrement incisés-dentés, à dents aiguës, mucronulées.

Lanières du calice entières, apprimées contre la capsule mûre, à face extérieure toute couverte de poils visqueux-glanduleux très serrés.

Ovaire à poils glanduleux très serrés.

Capsule subglobuleuse, large de 7,5—9 mm.

*C. betonicifolia* DESF.

Partie inférieure de la tige et pétioles des feuilles inférieures pourvus de poils courts ramifiés.

Feuilles inférieures entières, rarement à qqs. segments très petits vers la base, obtuses, régulièrement crénelées-dentées, à dents obtuses.

Lanières du calice dentées-serrulées, non apprimées, finement glanduleuses sur les bords, pour le reste presque glabres.

Ovaire glabre ou glabrescent.

Capsule ellipsoïde, large de 6,5—7,5 mm.

Notre espèce s'éloigne davantage du *C. laciniata* BATTAND. (an etiam POIRET?), qui s'en distingue non seulement par les lanières calicinales dentées-serrulées et par la pubescence de la partie inférieure de la tige et des pétioles inférieurs, qui est formée de poils ramifiés, mais aussi par la tige un peu anguleuse vers le haut, par les pédoncules fructifères étalés ( $60^{\circ}$ — $80^{\circ}$ ), presque droits (et non fortement courbés en haut près de la base et à cause de cela presque parallèles au rachis), par les anthères des étamines antérieures non courbées en bas, au sommet, par la forme de la capsule, qui est pyramidale-ovoïde (non pas subglobuleuse), et enfin par la sculpture des graines, du reste moins grandes, en ce que les petites fossettes superposées sont au nombre de 4 à 7 seulement (et non de 7 à 9) dans chaque série longitudinale.

**C. commixta.** — Nova spec. — Planta, ut videtur, perennis, 7—8 decim. alta. Caulis simplex vel superne ramo uno alterove brevissimo instructus, strictus erectus, firmus, teres, basi pilis articulatis longis (vulgo 6-cellularibus) patentissimis non glanduliferis obsitus, ceterum glaberrimus. Folia basilaria caulinaque inferiora petiolata; petiolus basi dilatatus, ceterum sat angustus, præcipue marginibus pilis longis multicellularibus haud glanduliferis villosociliatus; lamina utrinque pilis longis pluricellularibus haud glanduliferis parce vel infra secus nervos densius obsita, ovato-lanceolata, grosse dentato-lobata vel pinnatifida vel basi pinnatipartita; lobi vel segmenta utrinque 7—8, late vel anguste triangularia, dentata, dentibus triangularibus acutiusculis. Folia caulina media inferioribus multo minora, parum approximata, subsessilia vel sessilia, supra subglabra, infra secus nervos pilis longis non glanduliferis parce obsita, e basi rotundata vel truncata ovato- vel oblongo-lanceolata, grosse et irregulariter dentata, dentibus acutiusculis. Folia caulina superiora pauca, sensim in bracteas inflorescentiæ transeuntia, glabra, haud glan-



dulosa, vix complicata, patula, e basi rotundata vel cordata lanceolato-triangularia, in apicem mucronatum producta, marginibus dentata, dentibus subporrectis late triangularibus acutiusculis. Inflorescentia multiflora, laxiuscula. Rachis per totam longitudinem, sicut etiam bracteæ pedunculique, glaberrima. Bracteæ e basi late ovata ovato-lanceolatae, patentes vel suberectæ, inferne argute serrulatae, superne in apicem longum integrum haud recurvatum attenuatae, pedunculo duplo usque ad plus triplo breviores. Pedunculi fructiferi 15—24 mm. longi, capsula  $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ -plo longiores, sat tenues (1 mm. diam.), erecto-patentes (c.  $60^\circ$ ), vix vel parum arcuati, apice haud incrassati ideoque a calyce abrupte limitati. Calyx ad margines laciniarum glandulis brevissimis parce obsitus, ceterum tota superficie glaberrimus; laciniæ æquales, ovato-lanceolatae, florendi tempore infra medium latiores, marginibus semper integerrimæ. Corolla sat speciosa, ut videtur  $35 \times 30$  mm. diam., flava, extus subglabra; lobi duo superiores basin versus macula ovali atropurpurea papilloso-velutina notati. Filamenta staminum posteriorum tota longitudine papilloso-velutina, anteriorum glaberrima. Antheræ staminum anteriorum longe adnato-decurrentes, apice fortiter deorsum curvatæ. Stylus 18—22 mm. longus. Ovarium glandulis subsessilibus dense obsitum. Capsula globosa, 6 mm. diam., calyce dimidio longior, styli basi persistente longiuscule rostrata. Semina matura non vidi.

Syn.: "*C. betonicæfolia* DESF. (?)" J. LANGE Pugillus pl. impr. hispan., p. 199 (1860). — *C. betonicæfolia* WILLK. in WILLK. & LGE. Prodr. fl. hisp., II, p. 545 (1870); non DESF. Fl. atl., II, p. 58 (1800).

Icon.: Tab. nostra II & Fig. II, p. 11.

Aire géogr.: *Espagne méridionale*. Environs de Cadix, leg. SCHOUSBOE (Hb. Mus. Hafn.).

J'ai basé cette espèce sur deux échantillons d'herbier conservés au Musée botanique de l'université de Copenhague, dont l'un est figuré dans notre planche II, à l'échelle de  $\frac{6}{7}$ . Cet échantillon est étiqueté, par la main de JOH. LANGE: "*Celsia laciniata* POIR. — circa Gadez — SCHOUSBOE". L'autre échantillon<sup>1</sup>, qui a fait partie de l'herbier de LANGE, porte l'étiquette suivante, écrite également par le célèbre collaborateur du prodrome de la flore de l'Espagne: "*Celsia laciniata* POIR. — vel *C. betonicæfolia* DESF. — e flora Gaditana — SCHOUSBOE". Il est évident, que les deux exemplaires représentent la plante qui, dans le Pugillus de LANGE, est inscrite sous le nom de "*Celsia betonicæfolia* DESF. (?)" et qui y est indiquée "Circa Gades (hb. SCHOUSBOE!)". Quant à la détermination et les affinités de la plante, LANGE s'exprime (l. c.) en ces termes: "In speciminibus Schousboeanis flores tam male conservatae sunt, ut ad determinationem non sufficiant, quare cum dubio ad *C. betonicæfoliam* retuli, etsi ceterum cum hujus descriptione optime convenit (speci-

<sup>1</sup> Voir notre Fig. II, ci-dessous, qui représente la partie inférieure de l'échantillon avec les feuilles basilaires bien développées.

mina authentica non vidi). Differt a *C. laciniata* POIR.<sup>1</sup> foliis inferioribus basi pinnatisectis, pagina superiore glabris, inferiore ad nervos hirtulis (nec pubescentibus), caule glabro, pedunculis longioribus, bracteis pedunculi dimidii longitudine". — La plante figure également dans le Prodromus de WILLKOMM & LANGE, sous le nom de *C. betonicaefolia* DESF.; WILLKOMM fait cependant observer qu'il n'en a pas vu d'exemplaires, et, dans son Supplément du prodrome (p. 171), il élève des doutes



Fig. II. *Celsia commixta* MURB.; 6/7.

quant à la présence en Espagne du *C. betonicifolia* DESF. Il paraît donc que notre plante n'a pas été retrouvée dans les temps postérieurs, ce qui a amené BALL (Spicileg. fl. maroc., p. 586) à soulever la question: "An error schedæ Schousboeanæ?" Toutefois, si l'on considère que le *C. batica* du sud de l'Espagne n'a été découvert

<sup>1</sup> Par le nom "*C. laciniata* POIR." LANGE a évidemment entendu ici la plante distribuée sous ce nom dans les exsiccata de BALANSA (Pl. d'Algérie 1853, n. 954), c'est-à-dire le *C. Ballii* BATTAND., espèce désertique qui est très distincte de tous les *Celsia* méditerranéens traités ici, par son style beaucoup plus court.



qu'en 1886 et rencontré plus tard qu'une fois seulement, à ce qu'il paraît; d'autre part, que le *C. Barnadesii* de la Castille ne semble avoir été retrouvé par les botanistes qu'une ou deux fois dans le cours de 170 années, il n'est guère nécessaire de présumer que l'indication d'habitat donnée par SCHOUSBOE soit erronée.

Si tout de même les exemplaires de SCHOUSBOE ne proviennent pas des environs de Cadix mais peut-être plutôt du Maroc, par exemple de la région de Tanger, où SCHOUSBOE a passé près de 40 ans de sa vie en faisant des collections botaniques considérables, ils représentent en tous cas une espèce bien distincte de celles connues jusqu'ici, et, puisqu'ils m'ont permis de me former une idée claire et presque complète des caractères de la plante — les graines seulement font défaut —, je n'ai pas hésité à la décrire.

Le *C. commixta* ressemble au *C. betonicifolia* DESF. — dont j'ai vu, dans les collections du Musée botanique de Copenhague, un spécimen authentique donné à VAHL par DESFONTAINES — en ce que les anthères des deux étamines antérieures sont courbées en bas, au sommet, mais il s'en distingue par la pubescence de la partie inférieure de la tige et des pétioles des feuilles inférieures, pubescence qui est formée de longs poils simples, et non pas de poils courts et ramifiés, par les feuilles inférieures sinuées-lobées ou pinnatifides, non pas entières, par les lanières du calice très entières, et par la capsule globuleuse, plus petite, longue de 5 à 6 mm. au lieu de 7 à 7,5. — Il se rapproche du *C. laciniata* BATTAND. (Fl. de l'Algérie, p. 629; an etiam POIR.?; non BALANSA exs.) par la forme des feuilles, mais il en diffère beaucoup par la pubescence formée, dans les parties inférieures de la plante, de longs poils simples, et non pas de poils courts et ramifiés, par les sépales très entiers, et non pas dentés-serrulés, par les anthères des étamines antérieures courbées en bas, au sommet, et par la capsule globuleuse, longue de 5 à 6 mm. seulement, et non pas pyramidale ovoïde, longue de 8 à 9,5 mm. — Il présente aussi une certaine analogie avec le *C. Barnadesii* (VAHL) G. DON par la forme globuleuse du fruit, mais il s'en éloigne considérablement par le nombre bien plus petit des lobes des feuilles inférieures, par les bractées ovales-lancéolées, longuement atténuées au sommet très entier (non pas largement triangulaires, très brièvement acuminées), par les sépales plus larges un peu au-dessous du milieu et très entiers (non pas plus larges près du sommet ordinairement denticulé), et enfin par les anthères des étamines antérieures, qui dans le *C. Barnadesii* ne sont pas courbées en bas, au sommet.

**C. insularis.** — Nova spec. — Planta biennis, 3—6 dm. alta. Caulis erectus, firmus, teres, glaberrimus vel pilis glanduliferis brevissimis (vulgo 3-cellularibus) parce obsitus, superne plerumque ramosus, ramis suberectis, sat elongatis, plurifloris. Folia omnia integra, utrinque pilis glanduliferis brevissimis raris obsita, ceterum glaberrima; basilaria obovato-oblonga, dentata, petiolata, petiolo angusto lamina subduplo brevior; caulina inferiora ovato-vel oblongo-lanceolata, c. 4—8 cm. longa, 1,5—3 cm. lata, duplicato-dentata, dentibus late triangularibus obtusiusculis, denticulis subacutis, sessilia vel basi in petiolum brevem latumque attenuata, apice ob-



tusiuscula vel subacuta; caulina superiora sessilia, ovato-lanceolata, plana (non complicata), apice acuta, margine dense et regulariter serrato-dentata, dentibus triangularibus patentibus acutis. Rachis inflorescentiæ, sicut etiam bracteæ pedunculique, pilis glanduliferis 3-cellularibus sat dense obsita. Bracteæ triangulares, patentès vel recurvatæ, pedunculo fructifero 3—4-plo breviores, apice integræ, ceterum serrato-dentatæ, dentibus argutis patentibus. Calyx extus pilis glanduliferis 3-cellularibus sat dense obsitus; lacinia oblongo-lanceolata, acutiusculæ, postrema plerumque integerrima, ceteræ in margine anteriore, vel duæ anteriores in utroque margine, denticulo uno alterove patentissimo instructæ. Corolla parva, 12—15 mm. diametro utrinque flava, extus pilis glanduliferis 3-cellularibus parce obsita; lobi duo superiores intus versus basin dense papilloso-velutini. Filamenta staminum duorum posteriorum tota longitudine densissime papilloso-velutina, duorum anteriorum prope basin longe villosa-barbata, ceterum glaberrima. Antheræ staminum anteriorum adnato-decurrentes, ante anthesin reniformi-semicirculares, postea oblongæ, leviter sursum arcuatæ, numquam apice deorsum curvatæ. Stylus 3—3,5 mm. longus. Ovarium versus apicem glandulis breviter stipitatis parce obsitum. Capsula late conico-ovoidea, 6—8 mm. longa, 5—7 mm. lata, calyce dimidio vel subduplo longior, styli basi persistente breviter rostrata. Semina subturbinata, 0,6—0,7 mm. longa, seriatim lacunoso-rugosa, lacunis cujusque seriei longitudinalis 5—6.

Syn.: *C. betonicifolia* WEBB Spic. Gorg., p. 165 (1849); SCHMIDT Fl. Capv., p. 239 (1852); ex WAWRA Botan. Ergebn. d. Reise Kais. Maximil. nach Brasil., p. 83 (1866); BALL Spicil., p. 585, pro pte. [Journ. Linn. soc., Bot., XVI (1878)]. — Non DESF. Fl. atl., II, p. 58 (1800).

Icon.: Tab. nostra III.

Exs.: WAWRA & MALY Reise S.M. d. Kais. Maximil. n. Bras. 1859—60, n. 69 (Herb. Naturh. Staatsmus. Wien, sub nom. "*C. betonicæfolia* DESF.")

Aire géogr.: *Iles du Cap Vert*. St. Vincent, où la plante a été récoltée par WAWRA & MALY pendant le voyage en Brésil de l'empereur MAXIMILIEN I du Mexique, en 1859—60.

Cette plante a été identifiée par WAWRA, l. c., avec le *C. betonicifolia* DESF., et sous ce nom elle a été mentionnée aussi par BALL, l. c., qui cependant a fait remarquer qu'elle présente un aspect assez différent. En effet, le *C. insularis* rappelle un peu le *C. betonicifolia* par ses feuilles entières, mais pour le reste il diffère considérablement non seulement de celui-ci mais de toutes les espèces de *Celsia* qui habitent la partie occidentale de la région méditerranéenne, et cela déjà par ses fleurs bien plus petites. Ainsi la corolle, qui dans toutes ces espèces-là atteint une largeur d'au moins 2 et le plus souvent de 3 à 5 centimètres, est petite comme dans le *C. orientalis* L., son diamètre ne dépassant pas 1,2 à 1,5 centim.; ensuite, les étamines antérieures, qui dans les autres espèces occidentales ont une longueur d'au moins 1 cm. et le plus souvent de 2 cm. et dont les anthères sont linéaires, ont dans le *C. insularis* une longueur de 0,5 à 0,6 mm. seulement et les anthères oblongues; enfin, le style, qui encore dans le *C. Ballii* a de 7 à 12 mm. de long,

ne dépasse pas dans le *C. insularis* la longueur de 3 à 3,5 mm. — D'une façon générale, le *Celsia* des Iles du Cap Vert ne paraît être étroitement apparentée avec aucune des espèces du genre décrites jusqu'ici.

### Clef de détermination

des espèces de *Celsia* habitant la partie occidentale de la région méditerranéenne avec indications concernant leurs aires de dispersion.

- Pédoncules fructifères plus courts que le calice et la capsule ..... 1.
- Pédoncules fructifères de la même longueur ou à peine plus longs que la capsule 4.
- Pédoncules fructifères de 2 à 5 fois plus longs que la capsule ..... 5.
- 1. Tige très rameuse, à rameaux divariqués, pauciflores, stériles  
et subspinescents au sommet. (Maroc occid.) ..... *C. ramosissima* BENTH.
- Tige simple ou peu rameuse, rameaux non subspinescents au sommet ..... 2.
- 2. Capsule grosse comme une cerise, à pédoncule plus large que  
long. (Algérie, H.-Plat.) ..... *C. pinnatisecta* BATT.
- Capsule plus petite, à pédoncule plus long que large ..... 3.
- 3. Feuilles ovales ou lyrées; inflorescence très glanduleuse. (Ba-  
léares, Sardaigne, Sicile, Italie mérid., Malte, nord de la  
Tunisie et de l'Algérie.) ..... *C. cretica* LIN. fil.
- Feuilles pinnatiséquées; inflorescence pubescente, sans poils  
glanduleux. (Espagne mérid., Maroc.) ..... *C. sinuata* CAV.
- 4. Style long de 7 à 12 mm. (Rég. désert. et subdés. de la Tu-  
nisie et de l'Algérie orient.) ..... *C. Ballii* BATT.
- Style long de 25—28 mm. (Espagne mérid.-occid.) ..... *C. bætica* (WILLK.) MURB.
- 5. Anthères des étamines antérieures non courbées en bas, au sommet ..... 6.
- Anthères des étamines antérieures courbées en bas, au sommet ..... 8.
- 6. Feuilles inférieures étroitement lancéolées, à lobes ou segments  
au nombre de 10 à 14 de chaque côté; capsule subglo-  
buleuse. (Centre de l'Espagne, Portugal moyen.) *C. Barnadesii* (VAHL) DON.
- Feuilles inférieures lancéolées-ovales, à lobes ou segments au  
nombre de 5 à 9 de chaque côté; capsule conique-ovoïde ..... 7.
- 7. Partie inférieure de la tige et face infér. des feuilles basilaires  
pubescentes par des poils courts, ramifiés; corolle exté-  
rieurement glanduleuse mais non velue. (Algérie occid.,  
Maroc sept.) ..... *C. laciniata* BATT.
- Plante toute velue par de longs poils non ramifiés; corolle ex-  
térieurement velue et glanduleuse. (Maroc occid.) ..... *C. maroccana* BALL.
- 8. Poils de la partie inférieure de la tige et des feuilles inférieures  
courts, ramifiés; feuilles inférieures crénelées, obtuses,  
simples, rarement lyrées; sépales dentés-serrulés; capsule  
ellipsoïde. (Algérie sept.) ..... *C. betonicifolia* DESF.
- Poils de la partie inférieure de la tige et des feuilles inférieures  
longs, non ramifiés; feuilles inférieures lobées ou pinnati-  
séquées, à dents aiguës; sépales entiers; capsule globuleuse  
ou subglobuleuse ..... 9.
- 9. Calice entièrement couvert de poils glanduleux très serrés;  
pédoncules fructifères fortement courbées en haut près de  
leur base, pour le reste presque parallèles au rachis;  
capsule longue de 8—9,5 mm. (Algérie occid.) ..... *C. Faurei* MURB.



Calice pourvu de poils glanduleux sur les bords des lanières, pour le reste presque nu; pédoncules fructifères peu courbés, dressés-étalés; capsule longue de 5—6 mm. (Espagne mérid.-occid.) ..... *C. commixta* MURB.

\*

\*

\*

## Onopordon L.

**O. dissectum.** — Nova spec. — Planta biennis, c. 6—8 decim. alta. Radix crassa, fusiformis, cortice nigrescente munita, superne cicatricibus numerosis foliorum anni præcedentis notata. Caulis foliosus, inferne simplex, superne ramis nonnullis monocephalis axem primarium denique superantibus instructus, tota longitudine alatus et indumento araneoso laxo albo-griseo vestitus. Alæ circ. 6, parce griseo-araneosæ, diametro caulis c. duplo angustiores, in inferiore caulis parte continuæ crebreque lobatæ lobis late triangularibus in spinam excurrentibus, in summa caulis parte ramorumque  $\pm$  interruptæ sæpeque ad spinas reductæ; spinæ diametrum caulis ramorumque æquantes vel sæpius breviores, aciculares, vix vulnerantes. Folia omnia supra parce arachnoidea, subviridia, glandulis minutissimis subsessilibus obsita, infra indumento araneoso uberiore griseo-alba. Folia caulina inferiora petiolata, lamina late ovato-lanceolata usque ad rachin pinnatipartita; rachis inferne inter pinnas subexalata, superne alis angustis lobatis instructa; pinnæ utrinque 10—12, distantes, lanceolatæ, utrinque grosse et irregulariter inciso-dentatæ, in margine inferiore segmento basilari magno lanceolato dentato præditæ; pinnarum lobi dentesque in spinam acicularem 2—5 mm. longam vix vulnerantem producti. Folia caulina media sessilia, semiamplexicaulia, decurrentia, ambitu oblongo-lanceolata, fere usque ad rachin lobato-alatam pinnatipartita, segmentis anguste lanceolatis inciso-dentatis in margine inferiore segmento basilari magno subulato-triangulari instructis; cet. ut inferiora. Folia caulina superiora ramorumque sensim diminuta, anguste vel lineari-lanceolata, profunde pinnatipartita, segmentis subulato-lanceolatis spinosis vel ad spinam 3—5 mm. longam acicularem vix vel parum vulnerantem reductis. Calathidia magna, absque spinis 3—4 cm. diametro, globosa, florendi tempore basi truncata, postea leviter umbilicata, indumento arachnoideo laxo griseo-albo instructa. Periclinii phylla exteriora lanceolata, sensim in spinam breviorum vel æquilongam patentem vel reflexam producta; phylla media elliptico-lanceolata, subito in spinam duplo ad quadruplo longiorem, rectam, patulam vel patentissimam, in facie superiore fere usque ad apicem planam leviterque bifurcatam, ideoque pro ratione debilem apice fragilem attenuata; phylla interiora lanceolato-linearia, sensim in spinam breviorum mollem angustata; phylla omnia marginibus minutissime serrulata, superiora dorso quoque scabriuscula. Corolla c. 3 cm. longa, roseo-violacea; laciniae extus, sicut etiam pars dilatata tubi, glandulis viscosis subsessilibus dense obsitæ, etiam duæ breviores parte dilatata tubi multo longiores. Stamina filamenta longitudine



quartam partem tubi antherarum æquantia. Rostrum apicale antherarum valde elongatum, longitudinem filamenti subæquans. Achænia 4,8—5 mm. longa, atro-grisea, oblongo-ellipsoidea, subcompressa, subtetragona vel obsolete longitudinaliter 4-costata, inter costas rugis transversalibus c. 10 ornata. Pappus 12—14 mm. longus, rufescens; setæ sat molles, flexiles, ob trichomata erecto-patula diametro setarum duplo vel triplo longiora scabro-pilosulæ.

Icon.: Tab. nostra IV; Fig. III, 1, p. 17.

Maroc occidental: Gemha près Casablanca, leg. ALPH. MELLERIO 24 Avril 1897 (Herb. Mus. Bot. Univ. Lund.).

Il ressort de la description et des figures données, que l'espèce que nous venons de créer appartient au groupe du genre *Onopordon* qui a pour représentants, en Orient, l'*O. Sibthorpiatum* BOISS. & HELDR. et, dans le Nord-ouest de l'Afrique, l'*O. arenarium* (DESF.) POMEL. Les caractères par lesquels elle se distingue de ces deux espèces sont indiqués dans l'aperçu ci-dessous:

#### *O. dissectum.*

Feuilles inférieures à lame largement ovale-lancéolée, à segments primaires séparés jusqu'au rachis pas ou à peine ailé, lancéolés, de 2 à 4 fois plus longs que larges, profondément incisés à la base.

Epines des écailles médianes du péricline cylindriques au sommet seulement, pour le reste planes et bifurquées en dessus, peu convexes en dessous, et à cause de cela assez faibles et fragiles.

Les 2 lanières plus courtes de la corolle considérablement plus longues que la partie évasée du tube.

Filaments d'une longueur égale au  $\frac{1}{4}$  de l'anthere.

Appendice apical de l'anthere presque aussi long que le filament.

#### *O. Sibthorpiatum.*

Feuilles inférieures à lame lancéolée, à segments primaires réunis entre eux par les ailes assez larges du rachis, triangulaires, de moitié plus longs que larges, légèrement lobés-incisés à la base.

Epines des écailles médianes du péricline cylindriques dans leur moitié supérieure, pour le reste planes en dessus, très convexes en dessous, et à cause de cela fortes et non pas fragiles.

Les 2 lanières plus courtes de la corolle de la même longueur que la partie évasée du tube.

Filaments d'une longueur égale au  $\frac{1}{3}$  de l'anthere.

Appendice apical de l'anthere égalant les  $\frac{2}{3}$  du filament.

#### *O. arenarium.*

Feuilles inférieures à lame étroitement lancéolée, sinuée-lobée ou divisée en segments triangulaires pas ou à peine plus longs que larges et réunis entre eux par les ailes très larges du rachis.

Epines des écailles médianes du péricline cylindriques dans leur moitié supérieure, pour le reste planes en dessus, convexes en dessous, et pour cette raison fortes et non pas fragiles.

Les 2 lanières plus courtes de la corolle sensiblement plus courtes que la partie évasée du tube.

Filaments d'une longueur égale aux  $\frac{2}{5}$  de l'anthere.

Appendice apical de l'anthere égalant à peine la moitié du filament.

Soies de l'aigrette longues de 12—14 mm., molles et pourvues de trichomes de 2 à 3 fois plus longs que le diamètre de la soie.

Achaines longs de 4,8—5 mm., à côtes longitudinales très indistinctes, à rides transversales au nombre de 10 de chaque côté.

Soies de l'aigrette longues de 6—9 mm., rigides et rudes à cause de trichomes plus courts que le diamètre de la soie.

Achaines longs de 4,2—4,5 mm., à côtes longitudinales distinctes mais peu saillantes, à rides transversales au nombre de 10 de chaque côté.

Soies de l'aigrette longues de 12 mm., molles et plumeuses à cause de trichomes de 4 à 6 fois plus longs que le diamètre de la soie.

Achaines longs de 5,3—5,5 mm., à côtes longitudinales très saillantes, presque ailées, à rides transversales au nombre de 20 de chaque côté.

L'*Onopordon dissectum* présente un aspect bien différent de celui des autres espèces du genre, à cause de ses feuilles très découpées: la lame des feuilles caulinaires inférieures est divisée en un grand nombre de segments primaires tout à fait distincts entre eux et dont la longueur est plusieurs fois plus grande que la largeur; de plus, les segments primaires sont à leur tour plus ou moins profondément incisés, vers la base même pinnatifidés par la présence, au bord inférieur, d'un ou deux segments secondaires longs et étroits. Pourtant il me paraît bien probable que l'espèce ait passé inaperçue et qu'elle ait été confondue avec d'autres formes du genre. Ainsi, je suis porté à croire que l'*Onopordon* signalé par PITARD [Explor. scientif. du Maroc, Bot., p. 61 (1913)], sous le nom d'*Onop. Sibthorpium* Var. *viride*, dans 7 stations différentes du Maroc occidental, appartienne en réalité à l'espèce décrite ici. — Il paraît plus douteux que l'*O. Sibthorpium* var. *viride* de BALL [Spicileg. fl. Maroc. (Journ. Linn. Soc., Bot., XVI, p. 523, 1878); non *O. viride* DESF. Tabl., ed. II, p. 92 (1815)], qui a été recueilli par lui à Mazagan, etc., représente, lui aussi, notre plante; l'auteur, en effet, le caractérise par "squamis sensim nec abrupte acuminatis", et c'est probablement cette même indication qui a amené M. ROUY, dans sa Révision du genre *Onopordon* [Bull. Soc. bot. France, XLIII, p. 588 (1896)], à considérer la plante de BALL non comme une

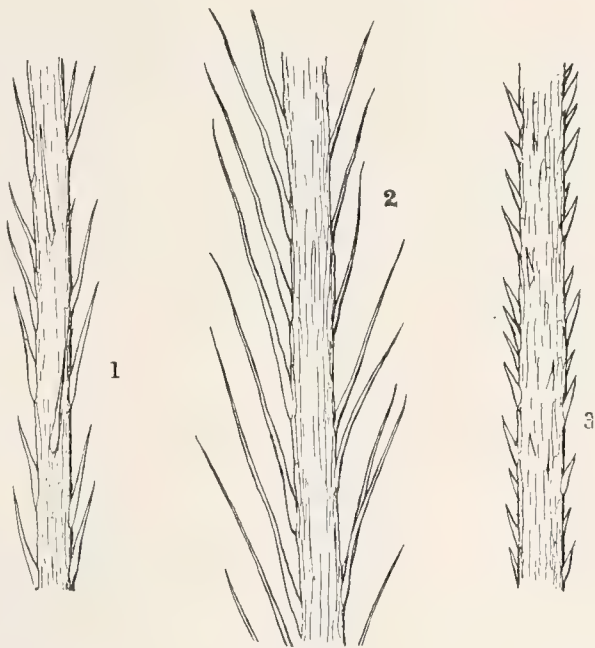


Fig. III.

Soie de l'aigrette. — 1. *O. dissectum*; 2. *O. arenarium*; 3. *O. Sibthorpium*.

variété de l'*O. Sibthorpiatum* mais comme une forme de l'*O. macracanthum* SCHOUSB. subsp. *Broterianum* ROUY.

Dans sa Révision, p. 597, M. ROUY a décrit, d'après des échantillons apportés par Mardochee du Dj. Tizelmi et des montagnes de Tazeroualt, un *O. Sibthorpiatum* Subsp. *alexandrinum* γ *maroccanum*, dont la diagnose ["Tige 1—2-flore, courte (2—3 décim.), épines médianes plus longues"], cependant, est trop courte, pour qu'on en puisse voir ce que l'auteur a entendu par cette dénomination.

J'ajouterai quelques mots sur les rapports que présentent entre eux l'*O. Sibthorpiatum* et l'*O. arenarium*. BOISSIER (Flora Orientalis, III, p. 562) classe ce dernier parmi les formes de l'*O. Sibthorpiatum*, et ROUY (l. c., p. 595) procède de la même manière. L'examen des différents organes de la fleur, auxquels, en général, les phytographes n'ont pas accordé assez d'attention en ce qui concerne les *Onopordon*, a cependant fait connaître qu'il existe des différences assez considérables entre les deux plantes. Spécialement, la nature de l'aigrette (Fig. III, 2 & 3) ainsi que la sculpture différente des achaines m'ont paru constituer des caractères trop importants au point de vue systématique, pour qu'on puisse avec raison comprendre les deux types sous un même nom spécifique. — Par contre, il m'a paru très probable que l'*O. minus*, créé par ROUY (l. c., p. 597) comme espèce nouvelle sur des échantillons recueillis par lui à El-Oumach au sud de Biskra, ne représente qu'une forme naine de l'*O. arenarium*. En tout cas, je n'ai rien trouvé dans la description de l'*O. minus* qui permette de le différencier des individus appauvris de l'*O. arenarium* observés par moi, en 1903, dans le lit desséché de l'Oued Biskra, où ils croissaient mêlés avec des exemplaires mieux développés.







*Celsia Faurei* MURB. —  $\frac{6}{7}$ .







*Celsia commixta* MURB. — <sup>6</sup>/<sub>7</sub>.







*Celsia insularis* MURB. — 6/7.







*Onopordon dissectum* MURB. —  $\frac{3}{5}$ .



LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 17. Nr 10.  
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 32. Nr 10.

---

# BIOLOGISCH-FAUNISTISCHE UNTERSUCHUNGEN AUS DEM ÖRESUND

VI.

ÜBER *COSSURA LONGOCIRRATA* WEBSTER UND BENEDICT UND ÜBER  
DIE RÖHREN VON *DISOMA MULTISETOSUM* ÖRSTED

VON

GUSTAV THULIN

MIT 17 TEXTFIGUREN

---

(Arbeit aus dem Zoologischen Institut zu Lund)

..<P>..

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ



Der K. Physiographischen Gesellschaft am 12. Oktober 1921 vorgelegt.

LUND 1921

HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Bei meiner Untersuchung über die quantitative Verteilung der Bodenfauna im Öresund habe ich hinsichtlich ein paar Polychäten einige Beobachtungen gemacht, die ich hier näher erwähnen will.

### *Cossura longocirrata* WEBSTER und BENEDICT.

Die Art wurde zuerst von WEBSTER und BENEDICT (1887) nach Exemplaren von Eastport an der Ostküste Nordamerikas beschrieben. Seitdem scheint sie nicht beobachtet worden zu sein, bis ELIASON neuerdings (1920) in Öresund eine Form nachwies, die er mit Vorbehalt mit der amerikanischen identifizierte. Ich habe Gelegenheit gehabt, gut konservierte Exemplare aus Öresund, davon eines mit allen Segmenten erhalten, zu studieren und habe gefunden, dass sie so nahe mit *Cossura longocirrata* nach der Beschreibung von WEBSTER und BENEDICT übereinstimmen, dass die Identität der Öresundform mit dieser Art mir nicht zweifelhaft erscheint. Dabei muss ich doch annehmen, dass die Angabe der genannten Verfasser, dass zwei borstenlose Segmente vor den borstentragenden vorhanden seien, nicht richtig ist, eine Sache, wozu ich im Folgenden zurückkomme. Da die Originalbeschreibung kurzgefasst ist, will ich hier eine etwas ausführlichere Beschreibung liefern.

Der Körper ist langgestreckt, dicker an der Mitte und gegen die beiden Enden sich verdünnend. Das vollständige Exemplar hatte eine Länge von 9 mm von der Spitze des Kopflappens bis zum Hinterrande des Analsegments und eine grösste Breite von 0,35 mm. Die Zahl der Segmente war 55. Ein Vorderende mit Kopflappen und 29 Segmenten war 5 mm lang; unter Annahme derselben Proportionen wie beim genannten Exemplare wird die Totallänge in diesem Falle etwa 12 mm, ein Mass, das wahrscheinlich mit 2 bis 3 mm vermehrt werden soll, in Anbetracht davon, dass die Segmentenzahl bei älteren Individuen sicherlich grösser ist. WEBSTER und BENEDICT fanden bei ihren Exemplaren 50—70 Segmente.

Der Kopflappen hat die Form eines Kegels mit einer ringförmigen Verdickung um die Basis und entbehrt Anhänge jeder Art. In seinem hinteren Teile befindet sich das Gehirn, das in Lappen geteilt ist. Die vier Längsmuskeln des

Körpers strecken sich in den Kopflappen hervor, wo sie sich dicht aneinander schliessen und hinter dessen Mitte an der Cuticula inserieren. Das Epitel des Kopflappens wird dadurch in zwei Teile geteilt, einen vorderen, aus sehr hohen Zellen bestehend, deren basale Enden an Ganzpreparaten nicht deutlich unterscheidbar sind, und einen hinteren mit scharfer basaler Grenze gegen die Muskulatur und von demselben Aussehen wie das Epitel an den nächst folgenden Segmenten. Vielleicht hat dieses Verhältnis WEBSTER und BENEDICT veranlasst, den hinteren Teil des Kopflappens als ein besonderes, borstenloses Segment aufzufassen. An jeder Seite des Kopflappens, unmittelbar vor dem Insertionsrande der Längsmuskeln, findet sich ein kleines, ovales, knopfenförmiges Organ, hinten von einer halbmondförmigen Spalte begrenzt (Fig. 2). Wie diese Bildungen in morphologischer Hinsicht zu deuten sind, lässt sich ohne Untersuchung an leben-

dem Materiale und an Schnittserien nicht entscheiden. Ihre Lage vor dem Gehirn spricht gegen ihre Deutung als Nuchalorgane. Eher dürften sie den von MEYER (1887—88) bei *Chaetozone* beobachteten und von ihm als rudimentäre Antennen gedeuteten dorsolateralen Sinnesorganen entsprechen.

Am Rumpfe können zwei, doch wenig scharf von einander abgegrenzte Regionen unterschieden werden, von denen die erste die sechzehn oder siebzehn vorderen und die zweite sämtliche folgende Segmente bis zum Analsegmente umfasst.

Erste Region. Nur das erste Segment, das Mundsegment, ist borstenlos. Es ist ventral mit einem Paare Epitelverdickungen versehen, vor welchen es zu einem Lappen unter der Mundöffnung ausgezogen ist, der eine Unterlippe bildet (Fig. 1 und 2).

Der vorderste Teil des Darmrohrs ist als ein Rüssel ausgebildet, der handschuhförmig ausgestülpt werden kann. In ausgestülptem Zustande reicht er nicht völlig bis zur Spitze des Kopflappens. Er ist am Ende keulenförmig verdickt und trägt um den Eingang zum Oesophagus einfache, fingerförmige Ausbuchtungen, beim abgebildeten Exemplare (Fig. 2) zwei, bei einem anderen, grösseren Exemplare sechs.

Vor dem hinteren Rande des dritten Segments entspringt dorsal ein langer, unpaarer, an der Ausgangsstelle eingeschnürter Tentakel. Er ist mit Ring- und Längsmuskulatur versehen und mit einem Epitel bekleidet, das an der Vorderseite verdickt ist, so dass es dort mehr als zweimal so dick ist wie an der hinteren Seite. An der Tentakelbasis ist doch das Epitel ringsum dünn. Bei allen den mehrere hundert beobachteten Exemplaren war ein grösserer oder kleinerer Teil des



Fig. 1.

*Cossura longocirrata*. Ganzes Tier, Tentakel doch unvollständig.  $\times 25$ .



Tentakelendes verloren gegangen aber in keinem Falle der ganze Tentakel, ein Verhältnis, das bemerkenswert ist, weil die Anhänge der typischen *Cirratuliden* sich sehr leicht an der Basis abgeschnüren. Der längste Tentakel, den ich bei *Cossura* beobachtet habe, hatte, obwohl er unvollständig war, eine Länge von 4 mm und gehörte einem Exemplare, dessen Totallänge auf etwa 10 mm geschätzt werden kann.

Jedes Segment der ersten Region von dem zweiten ab trägt jederseits Borsten, welche gleich hinter seiner vorderen Grenze ausgehen. Die Austrittsstelle ist von einem Feldchen dünnen Epitels umgeben, das eine Ausbuchtung oder einen Absatz unmittelbar hinter der Segmentgrenze bildet. An den zwei oder drei vordersten Borstensegmenten werden diese Ausbuchtungen von dem umliegenden dicken Epitel überragt, weiter nach hinten reichen sie aber bis etwa in gleicher Höhe mit diesem (Fig. 4). Hinsichtlich der Beschaffenheit ihres äusseren Epitels und der Markierung ihrer Grenzen verhalten sich die Segmente innerhalb dieser Region etwas verschieden.

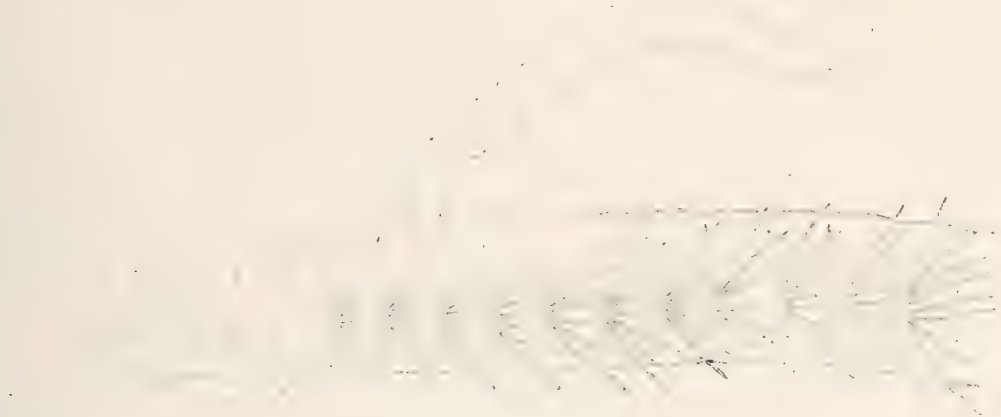


Fig. 2.

*Cossura longocirrata*. Vorderende mit ausgestülptem Rüssel.  $\times 62$ .

Lateral ist das Epitel an allen dick, doch nicht an den Segmentgrenzen, die hier tief eingesenkt sind. Dorsal haben nur die Segmente vor dem Tentakel dickes Epitel und scharfe Kerben an ihren Grenzen; hinter demselben wird das Epitel plötzlich dünner, und die Segmentgrenzen werden weniger deutlich. Auch an der ventralen Seite ist das Epitel vorn dick und verdünnt sich nach hinten, aber hier ist der Übergang gleichmässiger, so dass er sich bis zum sechsten oder siebenten Segmente erstreckt.

Zweite Region. In dem vordersten Segmente dieser Region (dem siebzehnten oder achtzehnten Rumpfsegmente) dringt das verdickte Epitel vor die Borstenbündel, und in den folgenden Segmenten werden diese weiter nach hinten verschoben, so dass sie in dem grösseren Teile der Region hinter der Mitte der Segmente ausgehen. Dadurch dass das borstentragende Abschnitt der Körperwand eine Ausbuchtung bildet, auf welche die Verdickung des Epitels sich beschränkt, wird eine Parapodienbildung angedeutet, und weiter zurück in der Region bilden diese Ausbuchtungen hinter der Austrittsstelle der Borsten zwei niedrige Lappen, einen

dorsalen und einen ventralen. Mit Ausnahme des vordersten Teiles zeigt die Region das von WEBSTER und BENEDICT angemerkte perlschnurförmige Aussehen mit starken Einschnürungen zwischen den Segmenten.

Das Analsegment ist kurz und breit mit einer tiefen dorsalen und einer seichterem ventralen Einkerbung und trägt an seinem Rande drei dünne Analzirren, zwei dorsale und eine ventrale. Bei dem vollständigen, 9 mm langen Exemplare erreichten sie eine Länge von 0,7 mm. An seiner hinteren Seite bildet das Analsegment eine ziemlich enge trichterförmige Vertiefung, in deren Boden der Darm mündet.

**Borsten.** Jedes Borstensegment mit Ausnahme des vordersten hat sowohl dorsale als ventrale Borstenbündel, welche an jeder Seite dicht zusammen sitzen und deren Borsten, wie ELIASON bemerkt, in einer vorderen und einer hinteren Reihe geordnet sind. Am deutlichsten tritt diese Anordnung in der ersten Region des Rumpfes hervor. Die Borsten sind etwas ausserhalb ihrer Austrittsstelle gebogen, diejenigen in der vorderen Reihe sind kurz, ziemlich grob mit fein ausgezogenen Spitzen, im ventralen Bündel etwas gröber und mit den Spitzen deutlicher abgesetzt als im dorsalen. Die Borsten der hinteren Reihe sind dünner und länger und verjüngen sich allmählich gegen die Enden. Das Aussehen und die Lage der in den Borstentaschen eingeschlossenen

Fig. 3.  
*Cossura longocirrata*.  
Hinterende, dorsal.  
× 62.

Borsten-Wurzeln ist bemerkenswert. Während die vorderen Borsten verhältnismässig lange, beinahe gerade Wurzeln haben, sind die Wurzeln der hinteren Borsten kürzer, stark gekrümmt und so gerichtet, dass sie in den dorsalen Bündeln dorsal, in den ventralen ventral von den Wurzeln der Vorderborsten liegen (Fig. 4—6).

Im zweiten Segmente ist jederseits nur ein Borstenbündel vorhanden, das mit Rücksicht auf die Anordnung der Borstenwurzeln mit den dorsalen Bündeln übereinstimmt. Die Segmente der ersten Rumpfregion von dem vierten oder fünften ab haben die grösste Anzahl von Borsten, bei 9—10 mm langen Exemplaren zu 12—15, bei grösseren Individuen bis zu 18 an jeder Seite aufgehend, in etwa gleicher Zahl auf die beiden Bündel und Reihen verteilt.



Fig. 4.  
*Cossura longocirrata*. Das rechte ventrale Borstenbündel am 11. Segmente; von der Ventralseite. Epitel schematisch (schraffiert) in optischem Längsschnitt. × 270.

Im vorderen Teile der zweiten Rumpfreigion werden sämtliche Borsten feiner, aber die Unterschiede zwischen den drei Borstenformen bleiben in entsprechender Weise wie in der vorigen Region bestehend. Die Zahl der Borsten nimmt ab, so dass die Segmente von dem 21. oder 22. ab nur etwa 8 Borsten an jeder Seite haben. Weiter zurück, etwa von dem 34. Segmente ab, verschwindet die hintere Reihe des ventralen Borstenbündels. Das dorsale Bündel bleibt bis zum Hinterende zweireihig, aber die vorderen Borsten werden den hinteren mehr und mehr ähnlich, so dass sie sich schliesslich nur durch etwas geringere Länge von ihnen unterscheiden. In den hinteren Segmenten\* sind die Spitzen sämtlicher Borsten nach vorn gerichtet.



Fig. 5 und 6.

*Cossura longocirrata*. Die linken Borstenbündel am 12. und am 23. Segmente.  $\times 150$ .

Da ich die Absicht habe, die systematische Stellung von *Cossura* später in Zusammenhang mit einer anatomischen Untersuchung zu behandeln, gehe ich jetzt nicht auf diese Frage ein. Ich will nur daran erinnern, dass WEBSTER und BENEDICT die Art unter die *Cirratuliden* stellten, während MESNIL und CAULLERY (1898, S. 139, Ann.) geneigt waren, sie zu den *Paraoniden* zu führen. Bis auf weiteres scheint mir die erstere Ansicht wahrscheinlicher.

Die Würmer verfertigen häutige Röhren, die ziemlich weit sind.

Die Verteilung der Art im Öresund ist sehr charakteristisch. In den quantitativen Proben wurde sie von folgenden Stationen<sup>1</sup> erhalten:

- St. 1,  $^{22}/_7$  16, Lomma Bucht, etwa halbwegs zwischen Malmö und Barsebäck,  $14^{1}/_2$  m Tiefe, Schlamm mit Schalen, 0,6 qm — 1 Ex.
- St. 2,  $^{8}/_8$  16, SW von Barsebäck,  $16^{1}/_2$  m, Schlamm, 1 qm — 4 Ex.
- St. 7,  $^{10}/_7$  16, 1 Sm W  $4^\circ$  N von Pinhättan (Barsebäck), 18—20 m, Schlamm mit Steinen, 0,4 qm — 17 Ex.
- St. 18,  $^{24}/_9$  16, SW von der Südbake von Västerflaket, 26 m, Schlamm, 1 qm — 55 Ex.
- St. 22 A,  $^{18}/_8$  16, W von der Westbake von Västerflaket, 37 m, Schlamm mit sehr viel toter *Zostera*, 0,6 qm — 81 Ex.
- St. 25,  $^{30}/_4$  16, W von der Nordwestbake von Västerflaket, 40 m, Schlamm mit toter *Zostera*, 0,1 qm — 135 Ex.
- St. 29,  $^{21}/_7$  16, SO von Ven, 29 m, Schlamm, 0,6 qm — 160 Ex.
- St. 34,  $^{14}/_7$  16, NO von Haken (Ven), 40 m, Schlamm, 0,4 qm — 138 Ex.

<sup>1</sup> Betreffs der Lage der Stationen mag ich auch auf die Karte in ELIASON's Arbeit hinweisen.



St. 38,  $^{29}/_8$  16, NW von Ven, 18 m, etwas sandgemischtes Schlamm, 0,2 qm — 2 Ex.  
 St. 39,  $^{12}/_8$  16, 2 Sm N von Ven,  $29\frac{1}{2}$  m, sandgemischtes Schlamm, 1 qm — 45 Ex.  
 St. 42 B,  $^{22}/_8$  16, WNW von Råå, 35 m, sandgemischtes Schlamm, 0,2 qm — 7 Ex.  
 St. 52 A,  $^{26}/_7$  16,  $1\frac{1}{2}$  Sm SW von Kullen, 24 m, sandgemischtes Schlamm, 0,4 qm — 1 Ex.

Die Fundstationen verteilen sich auf vier verschiedene Tiergesellschaften. Von diesen stimmen die drei mit den von PETERSEN (1913, 1918) unterschiedenen *Macoma baltica*-, *Abra alba-Macoma calcarea*- und *Echinocardium cordatum-Amphiura filiformis*-Gesellschaften überein. Die vierte, die nicht im offenen Kattegat, in den Belten und in der Ostsee repräsentiert zu sein scheint, ist früher nicht festgelegt worden. Sie zeichnet sich vor allem durch hohe Frequenz der Muschel *Leda pernula* aus — an den untersuchten Stationen 85—740 Ex. pro 1 qm — und kann darum passend als *Leda pernula*-Gesellschaft bezeichnet werden. Sie kann die beiden Arten, welche der *Echinocardium cordatum-Amphiura filiformis*-Gesellschaft ihren Namen gegeben haben, enthalten, ist aber in Vergleich mit dieser artenarm. Dasselbe gilt gewissermassen auch von ihrem Verhalten zu der *Abra alba-Macoma calcarea*-Gesellschaft, mit welcher spezielle Übereinstimmungen auch nicht fehlen (vergl. *Disoma*, S. 13). Eine nähere Charakteristik werde ich in meiner kommenden Arbeit über die Tiergesellschaften Öresunds geben.

Die Verteilung der Stationen mit *Cossura* auf die vier Gesellschaften geht aus der folgenden Übersicht hervor, wo auch die Frequenzen des Wurmes, pro 1 qm berechnet, angegeben sind.

|  |                    |
|--|--------------------|
| <i>Macoma baltica</i> -Gesellschaft .....            | St. 1 : 2 Ex.      |
| <i>Abra alba-Macoma calcarea</i> -Gesellschaft {     | St. 2 : 4 Ex.      |
|  | St. 7 : 42 Ex.     |
|  | St. 38 : 10 Ex.    |
|  | St. 18 : 55 Ex.    |
| <i>Leda pernula</i> -Gesellschaft {                  | St. 22 A : 135 Ex. |
|  | St. 25 : 1350 Ex.  |
|  | St. 29 : 267 Ex.   |
|  | St. 34 : 345 Ex.   |
|  | St. 39 : 45 Ex.    |
| <i>Ech. cordat.-Amph. filif.</i> -Gesellschaft ... { | St. 42 B : 35 Ex.  |
|  | St. 52 A : 2 Ex.   |

Von der *Leda pernula*-Gesellschaft sind nur sechs Stationen untersucht worden. *Cossura* ist somit auf allen diesen vorhanden und, wie ersichtlich, zeigt sie auch dort die höchsten Frequenzen. Von den übrigen Stationen haben nur St. 7 und möglicherweise St. 42 B eine einigermaßen hohe Individuenzahl aufzuweisen; die erstere zeigt auch im übrigen eine deutliche Beeinflussung von der *Leda pernula*-

Gesellschaft, und hinsichtlich der letzteren mag bemerkt werden, dass sie nahe an der Grenze derselben liegt. Aus der Untersuchung geht also hervor, dass *Cossura longocirrata* im Öresund sehr deutlich an die *Leda pernula*-Gesellschaft gebunden ist.

---

## Über die Röhren von *Disoma multisetosum* ÖRSTED.

Die einzige in der Literatur vorfindliche Angabe über die Röhren von *Disoma* ist von MÖBIUS geliefert worden, welcher bemerkt (1873, S. 108), dass der Wurm »eine aus Schlammtheilchen zusammengekittete Röhre von 60—85 mm Länge und 2—3 mm Durchmesser« bewohnt. Andere Verfasser haben die Röhren höchstens erwähnt, ohne sie zu beschreiben.

Das mir vorliegende Material rührt von Proben her, die mit Petersens Bodenschöpfer genommen worden sind. Die meisten Röhren sind vom Apparate abgeschnitten worden, obwohl dieser ziemlich tief in den Boden eingedrungen ist — die Fragmente haben eine Länge von bis zu 165 mm —, einige aber sind annähernd vollständig und geben an die Hand, dass die *Disoma*-Röhren nicht den einfachen Bau haben, den MÖBIUS' Angabe vermuten lässt. Äusserlich erscheinen sie vielmehr ziemlich kompliziert mit Anastomosen und mit scharf umgebogenen, freien Ästen, so dass man glauben könnte, dass jeder Wurm ein ganzes System von Kanälen bewohne.

Schneidet man eine solche Röhre auf, findet man aber, dass nur ein einziger, schmal U-förmiger Gang, der die unterste Umbiegung der Röhre passiert, offen ist, und dass die Hohlräume der Äste und der Anastomosen von diesem durch Scheidewände abgesperrt worden sind. Die äusserliche Kompliziertheit ist unzweifelhaft dadurch entstanden, dass der Wurm zu wiederholten Malen seine ursprüngliche Röhre zugebaut hat. Aus dem Bau der Fig. 7—10 abgebildeten Röhren ist zu schliessen, wie er dabei vorgegangen ist. An Fig. 7 (vergl. Fig. 15) sieht man hoch oben an dem einen Schenkel (bei *a*) einen aufwärts gerichteten Ast, der auswändig als die umgebogene Fortsetzung des oberen Teils des Schenkels erscheint. Es kann wohl kaum ein Zweifel obwalten, dass der letztere zusammen mit dem Aste die ursprüngliche, einfach U-förmige Röhre repräsentiert. Wenn diese zu klein geworden ist, hat der Wurm die Wand am unteren Ende des einen Schenkels durchbrochen und in die Richtung dieses (bis zu der mit *b* markierten Stelle) nach unten fortgesetzt, sich darauf nach oben umgebogen und einen neuen Schenkel (von der Röhre abgefallen) bis zur Oberfläche gebaut. In gleicher Weise ist die Röhre noch zweimal mit neuen Schenkeln zugebaut worden (die Umbiegungen mit *c* und *d* markiert). Der folgende Zubau ist nach einer anderen Methode ausgeführt worden, indem der

Wurm nur die Schleife nach unten verlängert (Umbiegung *e*) und danach wieder in die alte Röhre am unteren Ende des anderen Schenkels eingedrungen ist, wobei er den alten Verbindungsbogen an beiden Enden durch Scheidewände abgesperrt hat. Das gleiche Verfahren ist noch einmal wiederholt worden (Umbiegung *f*).



Fig. 7—14.

Röhren von *Disoma multisetosum*.

Fig. 7—10. Röhren mit Zubauten. — Fig. 11. Plattes Fragment. — Fig. 12. Runde Röhre. — Fig. 13 und 14. Querschnitte.

 $\frac{8}{9}$  nat. Grösse.

Foto: H. GRANVIK.

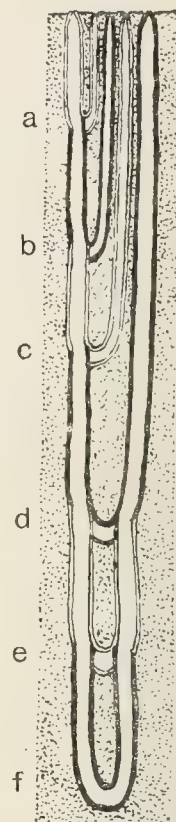


Fig. 15.

Schematisiertes Längsschnitt der Fig. 7 abgebildeten Röhre, komplettiert. Zubauten abwechselnd durch schwarze und weisse Wände markiert.

Die Verlängerung der Röhre bei jedem Zubau variiert beträchtlich, wie aus einem Vergleiche zwischen Röhre 8 mit nur zwei Zubauten und Röhre 9, die, obwohl kürzer, Spuren von nicht weniger als sechs dicht auf einander folgenden aufweist, ersichtlich ist. Die beiden angegebenen Zubaumethoden werden nicht in irgendwelcher bestimmten Reihenfolge praktiziert. An Röhre 10 ist, nach zweimaliger Verlängerung der Schleife, der eine Schenkel verlassen worden (von dem



neugebauten Röhrenabschnitte ist nur ein Teil des absteigenden Schenkels übrig), während die letzten Vergrößerungen der Röhren 7, 8 und 9 durch Schleifenverlängerung zu Stande gekommen sind.

Bemerkenswert ist es, dass die Umbiegung des neuen Röhrenabschnitts immer nach derselben Seite wie die der alten Röhre gerichtet zu werden scheint, was offenbar der Fall sein muss, wenn der Wurm nur die Schleife verlängert und danach wieder in die alte Röhre eindringt, was aber auch eintritt, wenn ein ganz neuer Schenkel gebaut wird. Wahrscheinlich geht der Zubau immer oder in der Regel von einem und demselben Schenkel aus, und dieser wird dabei nicht nur verlängert sondern auch erweitert, wie aus Fig. 7 zu sehen ist.

Wenigstens die eine Mündung der Röhre — ich habe nicht Röhren mit beiden noch vorhanden gesehen — ist mit zwei elastischen, gewölbten Lippen versehen, welche die Röhre automatisch schliessen, wenn der Wurm sich in dieselbe zurückzieht.

Für gewöhnlich sind die Röhren abgeplattet (Fig. 11, 14), und Fragmente derselben erinnern dann sehr an die Röhren des Amphipoden *Haploops tubicola* LILLJEBORG, aber runde Röhren kommen auch vor (Fig. 12, 13), und auf einem Lokale (St. 43 A, südlich von Helsingör) war dieser Typus sogar überwiegend.

Die Wand ist fest, aber biegsam und hat durch und durch eine gleichförmige Struktur. Mit einer Nadel kann sie leicht der Länge nach gespalten werden, leistet aber stärkeren Widerstand und zerreißt unregelmässig, wenn man versucht, sie nach der Quere aufzuritzen. Sie ist von Schlammpartikelchen aufgebaut und zeigt sich bei mikroskopischer Untersuchung als von feinen, von einander freien Fibrillen mit einem zwischen 2  $\mu$  und weniger als 1  $\mu$  wechselnden Durchmesser durchsetzt, welche longitudinal und etwas schief verlaufen, so dass sie einander unter spitzen Winkeln kreuzen. Die Innenfläche ist mit keiner Membran oder Sekret bekleidet, wie es sonst bei den Polychätenröhren so oft der Fall ist. Wie die Schlammpartikelchen in der Röhrenwand zusammengehalten werden, habe ich nicht mit voller Sicherheit entscheiden können. Doch scheint es, als wären sie an den Fibrillen angeheftet. An den Flächen, am deutlichsten an der inneren, sieht man nämlich, dass sie schief längsgerichtete, einander kreuzende Züge in gleicher Weise wie die Fädchen bilden.

Die wiederholten Zubauten der beschriebenen Röhren geben an die Hand, dass die Lebensweise der Tiere eine in hohem Masse stationäre ist. Doch ist es sehr wahrscheinlich, dass sie auch ihre Röhren gänzlich verlassen und neue bauen können. Hierauf deutet besonders das zahlreiche Vorkommen langer, gerader Röhrenfragmente (Fig. 11), die keine Spuren von Zubauten aufweisen.

Die feinen Fibrillen in der Röhrenwand werden sicherlich von besonderen Spinndrüsen abgesondert, welche im vorderen Teile des Körpers zu suchen sein dürften.

Nur von wenigen Polychäten ist es bekannt, dass sie Röhren aus von einander freien Fädchen spinnen. EHLERS (1868, sid. 502) fand dieses Verhältnis bei *Nereis cultrifera*, und WATSON (1895) wies dasselbe bei einem Aphroditiden, *Panthalis*

Örsted, zu der Unterfamilie *Acoëtinae* gehörend, nach. WATSON beschreibt näher, wie dieser Wurm seine Röhre spinnt. Er beobachtete, dass das zweite Parapodienpaar dabei als »weaving-feet» gebraucht wird. Die Parapodien von dem neunten Paare ab sind mit Spinndrüsen versehen und tragen an den Ventralästen pinselförmige Borsten, deren Funktion WATSON mit folgenden Worten angibt: »They are capable of very considerable extension and also of being retracted almost entirely

within the body of the animal; the threads from the "spinning-gland" issue from the cleft between the upper and lower lobes of the parapodia, i. e. *just against these setæ*, and they are caught up and carried outwards and forward by the action of these brushes assisted, to some extent, in the latter movement by other setæ».

In Anbetracht der Bedeutung der Pinselborsten bei *Panthalis* ist es bemerkenswert, dass Borsten, die zu diesem seltenen Typus gezählt werden können, auch bei *Disoma multisetosum* vorhanden sind. Sie sitzen in den Ventralparapodien an sämtlichen Vorderkörpersegmenten mit Ausnahme der vier vordersten in einer Anzahl von 8—12 in jedem Parapodium. Diese Borsten wurden schon von ÖRSTED beobachtet und von ihm als »aciculæ» bezeichnet (ÖRSTED 1844, Tab. II, Fig. 9). MÖBIUS (1873) beschreibt sie als »speersförmige Borsten», aber seine Beschreibung und Abbildung geben nicht ihr Aussehen genau wieder. Sie möchten besser als lanzenförmige Pinselborsten bezeichnet werden. Sie bestehen aus einem langen, distalwärts sich unbedeutend verdünnenden, runden Schafte und einer kurzen Spitze, von der die Pinselhaare ausgehen. Man kann eine farblose, an der Basis fibrillär strukturierte Achse, von einem gelblichen, mit dicht sitzenden Haaren bekleideten Mantel umgeben, unterscheiden. Am Schafte sind die Haare kurz und weich, um die Basis des Spitzenabschnitts sitzt ein Gürtel kurzer, streifer Haare, die dicht an einander schliessen und die im Gegensatz zu den übrigen regelmässig in schiefen, einander kreuzenden Reihen geordnet sind; darauf folgen die langen Pinselhaare in einer Zone und schliesslich

der Spitze am nächsten wieder kurze und weiche Haare. Innerhalb des Gürtels mit steifen Haaren ist der Mantel durch einen Spaltraum von der Achse getrennt. Vom Spitzenabschnitte vieler Borsten ist der Mantel mit den Pinselhaaren abgeschält worden, so dass die Achse frei hervortritt.

Die lanzenförmigen Pinselborsten werden von zwei ventral verbundenen Reihen dünnerer Haarborsten umgeben, deren gebogene, an der konvexen Seite bürstenähnlich behaarte Spitzen gegen einander gerichtet sind, ein Dach über die erstgenannten bildend.



Fig. 16 und 17.

*Disoma multisetosum*.  
Lanzenförmige Pinsel-  
borste und Haarborste  
aus dem 5. Ventralpara-  
podium.  $\times 230$ .



Es liegt nahe an der Hand anzunehmen, dass die Pinselborsten bei *Disoma* eine ähnliche Aufgabe wie bei *Panthalis* haben und also dazu dienen, die von den Spinndrüsen ausgeschiedenen Fädchen vom Körper auszuheben und in eine bestimmte Richtung zu führen. Dass sie ausgeschoben und eingezogen werden können ist kaum zu bezweifeln, weil die einzelnen Borsten oder Borstenbündel an konservierten Exemplaren sehr verschieden weit ausragen.

Vorkommen der Art. Bei der kvantitativen Untersuchung der Bodenfauna des Öresunds wurde *Disoma multisetosum* an neun von insgesamt neunundzwanzig Stationen gefunden. Das grösste vollständige Exemplar war 54 mm lang und 3 mm breit, aber die maximale Länge liegt viel höher und kann, nach 5 mm breiten Fragmenten zu urteilen, auf etwa 90 mm gesetzt werden. An folgenden Stationen<sup>1</sup> wurden Würmer von mehr als 15 mm Länge in folgender Anzahl angetroffen.

St. 6,  $\frac{8}{8}$  16, dicht W von Pinhättan (Barsebäck), 21 m Tiefe, Schlamm mit toter *Zostera*, 1 qm — 14 Ex.

St. 7,  $\frac{10}{7}$  16, 1 Sm W 4° N von Pinhättan, 18—20 m, Schlamm mit Steinen, 0,6 qm — 1 Ex.

St. 18,  $\frac{24}{9}$  16, SW von der Südbake von Västerflaket, 26 m, Schlamm, 1 qm — 12 Ex.

St. 22 A,  $\frac{18}{8}$  16, W von der Westbake von Västerflaket, 37 m, Schlamm mit sehr viel toter *Zostera*, 1 qm — 13 Ex.

St. 25,  $\frac{30}{4}$  16, W von der Nordwestbake von Västerflaket, 40 m, Schlamm mit toter *Zostera*, 0,4 qm — 1 Ex.

St. 43 A,  $\frac{23}{8}$  16, S von Helsingör, 24 m, Schlamm, 1 qm — 5 Ex.

An drei der Stationen waren nur vereinzelte kleine Individuen, weniger als 15 mm lang, vorhanden, nämlich an

St. 1 A,  $\frac{16}{8}$  16, NW von Malmö, 17 m, sandgemischtes Schlamm mit Steinen,

St. 3 A,  $\frac{17}{8}$  16, SW von Barsebäck, 17 $\frac{1}{2}$  m, sandgemischtes Schlamm mit Steinen,

St. 52 C,  $\frac{27}{7}$  16, NNO von Gilleleje, 23 m, Sand.

Von den angeführten Fundstationen gehören St. 1 A, St. 3 A, St. 6, St. 7 und St. 43 A zu der PETERSEN'schen *Abra alba-Macoma calcarea*-Gesellschaft und St. 18, St. 22 A und St. 25 zu der *Leda pernula*-Gesellschaft (siehe Seite 8). Die Untersuchung gibt somit an, dass *Disoma* im Öresund an diese beiden Gesellschaften gebunden ist. St. 52 C liegt zwar ausserhalb der beiden Gesellschaften, aber dies ist von geringer Bedeutung, da die Art hier nur von einem ganz kleinen, 3,5 mm langen Exemplare repräsentiert war.

Es kann von Interesse sein, zum Vergleich zu prüfen, unter welchen Verhältnissen die Art als Element der Bodenfauna ausserhalb des Öresunds vorkommt. In Bezug auf die skandinavischen Fahrwässer liegen folgende Angaben vor.

<sup>1</sup> Vergl. die Karte in ELLASON's Arbeit!



Westliche Ostsee. Rethwisch, 12 Fa, Mud; Wismar, 12 Fa, Mud; Niendorf 12 Fa, Totes Seegras, Schlick (MÖBIUS 1873); Niendorf, 11 Fa, Schlick (LENZ 1878); Kieler Bucht, 13 m, Schlick (MICHAELSEN 1897).

Kleiner Belt. Fredericia, 20 Fa, feiner Sand (TAUBER 1879).

Samsö Belt. Zwischen Albuen und Hatter rev (TAUBER 1879); 2,6 Seemeile S z. W von Thunö Leuchtturm, 10<sup>1/2</sup> Fa, Mud (das als »*Trochochæta. Sarsi*» beschriebene Fragment); Sjællands Odde (LEVINSEN 1893).

Kattegat. O von Hallands Väderö, 18—20 m, feiner Sand (ELIASON 1920).

Skagerak. Gullmarfjord bei Skår (SÖDERSTRÖM 1920).

Wenn man die Verbreitung in den drei erstgenannten Gebieten mit der Karte PETERSEN's über »Havbundens dyresamfund» (PETERSEN 1918) vergleicht, fällt es sofort auf, dass sie mit dem Gebiete der *Abra alba-Macoma calcarea*-Gesellschaft nahe übereinstimmt. Die Lokale im westlichen Ostsee scheinen doch zu einer gemischten *Abra alba-Macoma baltica*-Gesellschaft zu gehören. Betreffs des Vorkommens der Art in Kattegat mag bemerkt werden, dass die von TAUBER und LEVINSEN angeführten Kattegat-Lokale in Samsö Belt oder an dessen Grenze liegen. Der Fund bei Hallands Väderö besteht nur aus einem kleinen Vorderende mit 11 Segmenten, 1,5 mm lang und 0,65 mm breit. Als erwachsen ist somit *Disoma* nicht im eigentlichen Kattegat nachgewiesen. Zu welcher Gesellschaft der Fundort in Gullmaren gehört, kann nicht entschieden werden, aber es verdient hervorgehoben zu werden, dass *Leda pernula* dort zahlreich auftritt.

Ausserhalb der skandinavischen Meere ist die Art bei Jakobshavn an der Westküste Grönlands, 350 Fa, Schlick mit Sand, gefunden worden (SÖDERSTRÖM 1920). Wahrscheinlich ist auch die von WEBSTER und BENEDICT (1884) von Cape Cod Bay, Massachusetts, 20 Fa., Sand, beschriebene *Thaumastoma singulare* mit dieser Art identisch, wie mehrere Verfasser angenommen haben.



## Literatur.

- 1864—68. EHLERS, E. Die Borstenwürmer. Bd. I. Leipzig.
1920. ELIASON, A. Polychæta. Biologisch-Faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. V. Lunds Univ. Årsskrift, N. F., Avd. 2, Bd 16, Nr 6.
1878. LENZ, H. Die wirbellosen Thiere der Travemünder Bucht I. Jahresber. Comm. wiss. Unters. deutsch. Meere. Jahrg. 4—6. Berlin.
1893. LEVINSEN, G. M. R. Annulata etc. Vid. Udbytte af »Hauchs» Togter. Kjøbenhavn.
1898. MESNIL, F. und CAULLERY, M. Études de morphologie externe chez les Annélides. IV. Bull. sci. de la France et de la Belgique. Tome 31. Paris.
- 1887—88. MEYER, E. Studien über den Körperbau der Anneliden. I—IV. Mitteil. Zool. Stat. Neapel. Bd. 7—8. Berlin.
1897. MICHAELSEN, W. Die Polychætenfauna der deutschen Meere. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. 2. Kiel und Leipzig.
1873. MÖBIUS, K. Die wirbellosen Tiere der Ostsee. Jahresber. Comm. wiss. Unters. deutsch. Meere. Jahrg. 1. Kiel.
1844. ØRSTED, A. S. Zur Classification der Annulaten. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 10, Bd. 1. Berlin.
1913. PETERSEN, C. G. J. Havets Bonitering. II. Om Havbundens Dyresamfund og om disses Betydning for den marine Zoogeografi. Beretn. dansk biol. Stat. 21. Kjøbenhavn.
1918. —. Havbunden og Fiskenes Ernæring. Ibid. 25.
1920. SÖDERSTRÖM, A. Studien über die Polychætenfamilie Spionidæ. Inaug. Dissert. Uppsala.
1879. TAUBER, P. Annulata Danica. I. Kjøbenhavn.
1895. WATSON, A. T. Observations on the tube-forming habits of *Panthalis Oerstedii*. Fauna of Liverpool Bay, Report IV. Liverpool.
1884. WEBSTER, H. E., und BENEDICT, J. E. The Annelida Chætopoda from Provincetown and Wellfleet, Mass. Report U. S. Comm. Fish and Fisheries for 1881. Washington.
1887. — —. The Annelida Chætopoda from Eastport, Maine. Ibid. for 1885.
-





LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 17. Nr 11.  
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 32. Nr 11.

---

# MERIDIANBEOBACHTUNGEN VON 391 HAUPTSÄCHLICH FARBIGEN STERNEN

VON

W. GYLLENBERG



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 2. November 1921 vorgelegt.

LÜND 1922

HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, durch Beobachtungen mit dem Meridiankreise in Lund die genauen Positionen farbiger Sterne zu bestimmen und nachher die Eigenbewegungen abzuleiten im Falle dass ältere Beobachtungen vorliegen. Professor HERTZSPRUNG hat mir die Positionsbestimmungen der langperiodischen Veränderlichen vorgeschlagen. Ich habe das Programm erweitert durch Hinzufügung von Sternen mit unbekannter oder unregelmässiger Periode. Die Gesamtzahl der Programmsterne ist über 600; sie sind dem Katalog von Hartwig genommen, dem Sternverzeichnis in Harvard 56 und Krügers Katalog farbiger Sterne entnommen.

Die Arbeit wurde im Herbst 1917 angefangen und die letzten Beobachtungen wurden im Frühjahr 1920 gemacht. Ursprünglich hatte ich die Absicht, jeden Stern drei oder vier mal zu beobachten. Infolge besonderer Schwierigkeiten sind mehrere Sterne nur ein oder zweimal beobachtet worden, und einige Sterne sind wegen ihrer Veränderlichkeit nicht sichtbar gewesen. Für die langperiodischen Veränderlichen gab es nicht vollständige Ephemeriden. Mehrere von ihnen waren nur in Maximum von Licht sichtbar, es war deshalb mit Schwierigkeit verbunden, dieselben im Meridian zu beobachten.

Die Beobachtungen sind differentiell gemacht. Die Fundamentalsterne sind aus der Berliner astr. Jahrbuch enthalten.

Wegen der verschiedenen Deklinationen der Programmsterne war die Anzahl der Fundamentalsterne relativ gross, so dass es möglich war, das Material in breite Zonen zu zerlegen. In der Regel wurden die Arbeitsprogramme so ausgeschrieben, dass jeder dritte Stern ein Fundamentalstern war. So umfasst das Programm eines Abends 60 bis 75 Sterne, von welchen 20 bis 25 Fundamentalsterne sind. Hierin sind auch die Polsterne mit einbegriffen. Alle Durchgänge, auch die der Polsterne sind chronographisch registriert. In der Regel sind sämtliche 23 Fadenantritte beobachtet mit Ausnahme der Fadenantritte der Polsterne.

Die Deklinationseinstellungen wurden immer durch Feinbewegung der Achse in der Nähe des Mittenfadens gemacht und zwar mitten zwischen ein festes Paar horizontaler Fäden, deren Abstand etwa zehn Bogensekunden betrug. Nur zwei diametrale Mikroskope sind abgelesen worden; die Teilungsfehler des Kreises sind



von LINDSTEDT untersucht worden<sup>1</sup>. Die Uhrkorrekturen, der Uhrgang und der Instrumentenfehler —  $n$  — wurden, einige Tage ausgenommen, immer mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate aus sämtlichen Fundamentalsternen bestimmt. Der Kollimationsfehler wurde durchschnittlich einmal in der Woche bestimmt; seine Werte waren gering und bemerkenswert konstant. Die Grösse des Instrumentenfehlers —  $n$  — zeigte eine charakteristische jährliche Periode; von einem Tag zum andern waren die Veränderungen gering. Der Uhrgang war klein und befriedigend konstant.

Beim Anbringen der Korrektur wegen Refraktion wurden der Temperatur und der Barometerstand aus den selbstregistrierenden Apparaten ermittelt unter Vergleich mit direkten Ablesungen. Die korrigierten Deklinationen der Fundamentalsterne wurden für jedem Abend untersucht um den systematischen Verlauf der Äquatorpunkte mit der Deklination oder der Zeit zu bestimmen. Nur Ausnahmsweise war es notwendig, ein vom Sinus der Zenitdistanz abhängiges Glied einzuführen. Öfters kam es vor, dass in die Reduktionen ein Glied proportional mit der Zeit eingeführt wurde.

Die Untersuchung der Helligkeits-Gleichung zeigte dass die Korrektur  $\Delta\alpha$  nicht von der Deklination, aber nur von der Scheinbare Sterngrösse abhängig war. In Deklination war keine merkbare Helligkeitskorrektur vorhanden.

Der mittlere Fehler der Beobachtungen betrug in Rektascension  $\epsilon(\alpha) = \pm 0^s.028 \sec \delta$  und in Deklination  $\epsilon(\delta) = \pm 0''.54$ . Hier sind die Sterne negativer Deklination nicht mit einbegriffen, die Beobachtungen zeigten hier die etwas grösseren mittleren Fehler  $\epsilon(\alpha) = \pm 0^s.037 \sec \delta$  und  $\epsilon(\delta) = \pm 0''.63$ . Um ferner zu untersuchen wie der mittlere Fehler von den scheinbaren Grösse abhängt, wurde die folgende Zusammenstellung gemacht

#### Mittlere Fehler.

| Grösse  | in Rekt.    | in Dekl.   |
|---------|-------------|------------|
| 6,0—6,9 | $\pm 0.028$ | $\pm 0.60$ |
| 7,0—7,9 | $\pm 0.029$ | $\pm 0.50$ |
| 8,0—8,9 | $\pm 0.027$ | $\pm 0.58$ |
| > 9,0   | $\pm 0.028$ | $\pm 0.50$ |

Die Resultate gelten nur für Sterne positiver Deklinationen. Die mittleren Fehler der verschiedenen Grössenklassen stimmen also sehr genau überein.

Ich habe selbst die Mikroskope abgelesen mit Ausnahme einiger Abende, wo die Herren Assistenten LUNDAHL und MARTENS mir behilflich waren. Grosse Teile der Reduktionsarbeit habe ich selbst ausgeführt, habe aber wertvolle Rechenhilfe gehabt dank pekuniärem Beitrage von der Physiograph. Gesellschaft in Lund.

In der Zusammenfassung der Beobachtungen sind die Koordinaten auf 1925,0 reduziert.

<sup>1</sup> LINDSTEDT: Undersökning av Meridiancirkeln på Lunds observatorium. Lund 1877.

## ZUSAMMENFASSUNG DER BEOBACHTUNGEN

| No. | BD          | Grösse |      | Name        | Spektr. | $\alpha$ 1925.0 |          |          | Præc.    |
|-----|-------------|--------|------|-------------|---------|-----------------|----------|----------|----------|
|     |             | BD     | Phtn |             |         | <i>h</i>        | <i>m</i> | <i>s</i> |          |
| 1   | —           | —      | var  | SV Androm.  | Md7     | 0               | 0        | 28.72    | + 3.0751 |
| 2   | + 42° 4827  | —      | var  | SU Androm.  | —       | 0               | 44.78    | + 3.0769 |          |
| 3   | —           | —      | var  | SS Cassiop. | Md      | 5               | 41.86    | + 3.1141 |          |
| 4   | + 7° 13     | 7.5    | 7.88 | —           | K       | 7               | 24.64    | + 3.0785 |          |
| 5   | + 52° 18    | 9.5    | —    | —           | —       | 7               | 54.60    | + 3.1329 |          |
| 6   | + 49° 41    | —      | var  | ST Cassiop. | N       | 13              | 33.44    | + 3.1665 |          |
| 7   | + 43° 49    | 6.5    | 7.20 | —           | A2      | 14              | 43.24    | + 3.1563 |          |
| 8   | + 43° 53    | 8.2    | 8.12 | —           | (N)     | 15              | 55.94    | + 3.1634 |          |
| 9   | + 26° 40    | 8.1    | 8.12 | —           | K2      | 17              | 37.04    | + 3.1241 |          |
| 10  | + 26° 43    | —      | var  | T Androm.   | Md      | 18              | 28.21    | + 3.1266 |          |
| 11  | + 54° 48    | —      | var  | T Cassiop.  | Md8     | 19              | 10.05    | + 3.2345 |          |
| 12  | + 54° 49    | 8.0    | 7.96 | —           | B9      | 19              | 19.95    | + 3.2359 |          |
| 13  | + 37° 58    | —      | var  | R Androm.   | Md2     | 20              | 3.90     | + 3.1646 |          |
| 14  | + 53° 66    | 9.3    | —    | —           | R       | 20              | 30.83    | + 3.2365 |          |
| 15  | + 34° 56    | 8.1    | var  | — Androm.   | N       | 23              | 33.26    | + 3.1694 |          |
| 16  | — 12° 72    | 7.7    | var  | — Ceti      | Md7     | 24              | 12.12    | + 3.0427 |          |
| 17  | + 63° 56    | 9.3    | —    | —           | (N)     | 26              | 53.27    | + 3.3859 |          |
| 18  | —           | —      | var  | TU Androm.  | Mc      | 28              | 25.81    | + 3.1521 |          |
| 19  | —           | —      | var  | TY Cassiop. | —       | 32              | 39.28    | + 3.4408 |          |
| 20  | + 47° 194   | —      | var  | U Cassiop.  | Md3     | 42              | 9.53     | + 3.3427 |          |
| 21  | + 34° 123 a | —      | var  | V Androm.   | Md3     | 46              | 0.95     | + 3.2611 |          |
| 22  | + 57° 165   | —      | var  | W Cassiop.  | Mb5     | 50              | 26.36    | + 3.5425 |          |
| 23  | —           | —      | var  | W Piscium   | —       | 55              | 42.82    | + 3.2406 |          |
| 24  | —           | —      | var  | Z Ceti      | Md7     | 1               | 2        | 55.43    | + 3.0609 |
| 25  | + 62° 208   | 9.3    | —    | —           | —       | 3               | 42.80    | + 3.7792 |          |
| 26  | + 62° 210   | 9.5    | —    | —           | —       | 3               | 58.42    | + 3.7823 |          |
| 27  | + 39° 292   | 8.4    | 8.47 | —           | G5      | 11              | 56.69    | + 3.4222 |          |
| 28  | + 25° 205   | 7.0    | var  | — Piscium   | N       | 11              | 59.30    | + 3.2686 |          |
| 29  | + 8° 202    | 9.3    | —    | —           | —       | 13              | 19.51    | + 3.1356 |          |
| 30  | + 12° 170 a | —      | var  | U Piscium   | —       | 19              | 0.21     | + 3.1727 |          |
| 31  | + 50° 287   | 9.3    | —    | —           | —       | 25              | 4.43     | + 3.6596 |          |
| 32  | + 2° 224    | 9.0    | 9.34 | —           | K5      | 27              | 20.41    | + 3.0945 |          |
| 33  | + 59° 273   | 8.5    | —    | —           | —       | 28              | 30.36    | + 3.9539 |          |
| 34  | — *)        | —      | 9.0  | —           | —       | 28              | 41.17    | + 3.8604 |          |
| 35  | —           | —      | var  | SX Androm.  | Md?     | 29              | 4.77     | + 3.5997 |          |
| 36  | + 37° 335   | 7.4    | 7.67 | —           | G5      | 34              | 23.66    | + 3.4948 |          |
| 37  | + 38° 315   | —      | var  | Y Androm.   | Md5     | 35              | 12.75    | + 3.5090 |          |
| 38  | + 53° 379   | 9.4    | —    | —           | N       | 40              | 20.29    | + 3.8406 |          |
| 39  | + 53° 398   | —      | var  | TT Persei   | Mc5     | 45              | 37.06    | + 3.8721 |          |
| 40  | + 58° 334 a | —      | var  | X Cassiop.  | —       | 51              | 27.79    | + 4.1079 |          |
| 41  | + 54° 431   | —      | var  | U Persei    | Md6     | 54              | 35.33    | + 3.9696 |          |
| 42  | + 48° 616   | —      | var  | RV Androm.  | —       | 2               | 6        | 11.15    | + 3.8656 |
| 43  | + 11° 305   | —      | var  | V Arietis   | N       | 10              | 57.46    | + 3.2250 |          |
| 44  | + 24° 330   | —      | var  | R Arietis   | Md4     | 11              | 50.54    | + 3.4074 |          |
| 45  | + 43° 462   | 9.5    | —    | —           | —       | 13              | 0.18     | + 3.7794 |          |
| 46  | — 3° 353    | —      | var  | o Ceti      | Md9     | 15              | 33.32    | + 3.0296 |          |
| 47  | + 57° 552   | —      | var  | S Persei    | Md      | 17              | 27.66    | + 4.2915 |          |
| 48  | + 51° 575   | 9.0    | —    | —           | A       | 21              | 34.67    | + 4.0535 |          |
| 49  | — 0° 361 a  | —      | var  | R Ceti      | Md3     | 22              | 12.16    | + 3.0658 |          |
| 50  | + 50° 557   | —      | var  | RR Persei   | Md8     | 23              | 24.97    | + 4.0372 |          |

\*) Sehe: Graff: A. N. Bd 209, 283.



| Var. sæc. | Epok    | n  | δ 1925.0 |    |      | Præc.    | Var. sæc. | Epok    | n  |
|-----------|---------|----|----------|----|------|----------|-----------|---------|----|
|           |         |    | °        | '  | "    | "        | "         |         |    |
| + .0268   | 1919.90 | 5  | + 39     | 41 | 33.3 | + 20.045 | — .010    | 1919.90 | 5  |
| + .0300   | 18.20   | 10 | + 43     | 8  | 1.6  | + 20.045 | — .010    | 18.25   | 9  |
| + .0403   | 19.82   | 3  | + 51     | 8  | 59.1 | + 20.038 | — .020    | 19.82   | 3  |
| + .0063   | 18.90   | 1  | + 7      | 31 | 50.3 | + 20.034 | — .023    | 18.90   | 1  |
| + .0429   | 19.84   | 2  | + 52     | 30 | 46.8 | + 20.030 | — .027    | 19.84   | 2  |
| + .0401   | 19.91   | 5  | + 49     | 52 | 14.9 | + 20.010 | — .036    | 19.91   | 5  |
| + .0332   | 17.90   | 3  | + 44     | 12 | 50.3 | + 20.003 | — .038    | 17.90   | 3  |
| + .0334   | 18.87   | 13 | + 44     | 17 | 36.2 | + 19.996 | — .041    | 18.87   | 13 |
| + .0183   | 18.01   | 1  | + 26     | 32 | 46.8 | + 19.985 | — .043    | 18.01   | 1  |
| + .0184   | 18.01   | 1  | + 26     | 34 | 48.8 | + 19.980 | — .045    | 18.01   | 1  |
| + .0506   | 18.83   | 4  | + 55     | 22 | 37.0 | + 19.975 | — .048    | 18.83   | 4  |
| + .0507   | 17.79   | 1  | + 55     | 23 | 11.2 | + 19.973 | — .048    | 17.79   | 1  |
| + .0278   | 19.53   | 5  | + 38     | 9  | 44.3 | + 19.968 | — .049    | 19.53   | 5  |
| + .0481   | 19.38   | 4  | + 53     | 52 | 41.5 | + 19.964 | — .051    | 19.38   | 4  |
| + .0255   | 18.80   | 13 | + 35     | 10 | 21.4 | + 19.939 | — .056    | 18.80   | 13 |
| — .0029   | 18.94   | 8  | — 12     | 4  | 24.3 | + 19.933 | — .055    | 18.80   | 7  |
| + .0747   | 18.73   | 12 | + 63     | 27 | 7.9  | + 19.907 | — .066    | 18.61   | 11 |
| + .0184   | 19.48   | 5  | + 25     | 36 | 56.2 | + 19.891 | — .066    | 19.48   | 5  |
| + .0745   | 18.90   | 2  | + 62     | 43 | 15.0 | + 19.842 | — .080    | 18.90   | 2  |
| + .0422   | 18.48   | 2  | + 47     | 50 | 5.7  | + 19.706 | — .098    | 18.48   | 2  |
| + .0275   | 18.00   | 3  | + 35     | 14 | 39.9 | + 19.642 | — .103    | 18.00   | 3  |
| + .0658   | 18.96   | 9  | + 58     | 9  | 25.3 | + 19.561 | — .121    | 18.96   | 9  |
| + .0216   | 17.99   | 2  | + 27     | 32 | 31.1 | + 19.455 | — .122    | 17.99   | 2  |
| + .0043   | 17.79   | 2  | — 1      | 52 | 57.2 | + 19.294 | — .129    | 17.79   | 2  |
| + .0857   | 18.29   | 3  | + 62     | 33 | 40.6 | + 19.275 | — .159    | 18.29   | 3  |
| + .0859   | 19.27   | 3  | + 62     | 34 | 16.2 | + 19.269 | — .161    | 19.88   | 2  |
| + .0350   | 17.97   | 1  | + 40     | 15 | 11.6 | + 19.065 | — .163    | 17.97   | 1  |
| + .0209   | 18.37   | 9  | + 25     | 22 | 24.7 | + 19.064 | — .155    | 18.37   | 9  |
| + .0101   | 19.37   | 2  | + 8      | 29 | 36.5 | + 19.027 | — .152    | 19.37   | 2  |
| + .0127   | 19.84   | 1  | + 12     | 28 | 34.6 | + 18.865 | — .164    | 19.84   | 1  |
| + .0526   | 18.05   | 2  | + 50     | 26 | 21.7 | + 18.679 | — .202    | 18.05   | 2  |
| + .0078   | 17.97   | 1  | + 2      | 30 | 1.7  | + 18.607 | — .176    | 17.97   | 1  |
| + .0823   | 18.58   | 5  | + 60     | 15 | 42.2 | + 18.569 | — .225    | 18.58   | 5  |
| + .0715   | 19.95   | 3  | + 57     | 22 | 0.2  | + 18.564 | — .220    | 19.95   | 3  |
| + .0448   | 18.91   | 2  | + 46     | 8  | 8.1  | + 18.550 | — .207    | 18.91   | 2  |
| + .0340   | 18.47   | 10 | + 38     | 16 | 13.9 | + 18.368 | — .212    | 18.54   | 9  |
| + .0349   | 19.69   | 4  | + 38     | 57 | 45.5 | + 18.340 | — .214    | 19.69   | 4  |
| + .0615   | 18.67   | 17 | + 53     | 34 | 34.0 | + 18.154 | — .245    | 18.67   | 17 |
| + .0614   | 18.48   | 12 | + 53     | 22 | 14.9 | + 17.953 | — .259    | 18.48   | 12 |
| + .0801   | 19.95   | 2  | + 58     | 53 | 32.6 | + 17.720 | — .288    | 19.95   | 2  |
| + .0652   | 18.53   | 11 | + 54     | 27 | 30.0 | + 17.591 | — .285    | 18.60   | 10 |
| + .0511   | 18.65   | 10 | + 48     | 35 | 32.9 | + 17.082 | — .302    | 18.65   | 10 |
| + .0135   | 18.69   | 8  | + 11     | 53 | 23.0 | + 16.860 | — .262    | 18.69   | 8  |
| + .0218   | 18.90   | 1  | + 24     | 42 | 31.4 | + 16.818 | — .278    | 18.90   | 1  |
| + .0428   | 19.90   | 5  | + 43     | 57 | 36.9 | + 16.763 | — .309    | 19.90   | 5  |
| + .0066   | 18.80   | 8  | — 3      | 19 | 1.8  | + 16.639 | — .253    | 18.80   | 8  |
| + .0789   | 18.91   | 6  | + 58     | 14 | 40.5 | + 16.546 | — .361    | 18.91   | 6  |
| + .0582   | 18.63   | 3  | + 51     | 43 | 9.0  | + 16.340 | — .349    | 18.63   | 3  |
| + .0079   | 17.90   | 2  | — 0      | 31 | 0.1  | + 16.308 | — .266    | 17.90   | 2  |
| + .0561   | 19.95   | 3  | + 50     | 56 | 9.0  | + 16.247 | — .352    | 19.95   | 3  |

| No  | BD         | Grösse |      | Name        | Spektr.  | $\alpha$ 1925.0 |          |          | Præc.    |          |
|-----|------------|--------|------|-------------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
|     |            | BD     | Phtn |             |          | <i>h</i>        | <i>m</i> | <i>s</i> |          |          |
| 51  | — 13° 479  | 8.0    | var  | U Ceti      | Md6      | 2               | 30       | 7.68     | + 2.8777 |          |
| 52  | — 10° 513  |        | 8.26 | —           | —        | R3              |          | 31       | 26.46    | + 2.9316 |
| 53  | + 33° 470  |        | var  | R Trianguli | Md7      |                 | 32       | 29.15    | + 3.6280 |          |
| 54  | + 38° 525  |        | 9.4  | var         | — Persei | N               |          | 33       | 42.25    | + 3.7416 |
| 55  | + 58° 501  | 9.5    | var  | — Cassiop.  | K        |                 | 34       | 12 57    | + 4.4740 |          |
| 56  | + 16° 351  | 9.0    | var  | T Arietis   | Mc5      |                 | 44       | 8.53     | + 3.3443 |          |
| 57  | + 56° 724  |        | var  | W Persei    | —        |                 | 45       | 4.90     | + 4.4133 |          |
| 58  | + 56° 725  |        | —    | —           | —        |                 | 45       | 9.20     | + 4.4149 |          |
| 59  | + 57° 702  |        | 7.9  | 8.06        | —        | R               | 3        | 5        | 38.31    | + 4.5991 |
| 60  | + 14° 527  | 9.5    | —    | —           | —        |                 | 6        | 58.64    | + 3.3232 |          |
| 61  | + 31° 580  | 8.0    | var  | UZ Persei   | —        |                 | 15       | 28.09    | + 3.6956 |          |
| 62  | — 1° 475   |        | var  | X Ceti      | Mb       |                 | 15       | 37.06    | + 3.0493 |          |
| 63  | + 43° 726  |        | var  | Y Persei    | N        |                 | 22       | 36.31    | + 4.0678 |          |
| 64  | + 39° 801  |        | 8.1  | —           | —        | G0              |          | 26       | 7.54     | + 3.9319 |
| 65  | + 45° 787  | 9.0    | 9.2  | —           | G        |                 | 28       | 20.94    | + 4.1457 |          |
| 66  | + 62° 596  | 8.9    | var  | U Camelop.  | N        |                 | 35       | 20.38    | + 5.1370 |          |
| 67  | + 51° 762  |        | var  | — Persei    | F5       |                 | 35       | 56.67    | + 4.4202 |          |
| 68  | —          |        | var  | RX Persei   | —        |                 | 46       | 31.18    | + 3.7923 |          |
| 69  | + 7° 560   |        | var  | X Tauri     | F5       |                 | 49       | 10.93    | + 3.2218 |          |
| 70  | + 61° 667  | 7.5    | 7.92 | —           | R        |                 | 59       | 21.13    | + 5.2088 |          |
| 71  | + 50° 918  | 9.3    | —    | —           | —        | 4               | 5        | 10.24    | + 4.5298 |          |
| 72  | + 41° 823  | 8.0    | —    | —           | —        |                 | 5        | 14.66    | + 4.1275 |          |
| 73  | + 41° 824  | 9.5    | var  | SW Persei   | Ma       |                 | 5        | 41.40    | + 4.1300 |          |
| 74  | + 48° 1083 |        | —    | —           | —        | N               |          | 15       | 32.61    | + 4.4534 |
| 75  | + 48° 1086 |        | 9.0  | —           | —        | —               |          | 15       | 56.69    | + 4.4544 |
| 76  | + 19° 706  |        | var  | T Tauri     | Ma?      |                 | 17       | 36.85    | + 3.4962 |          |
| 77  | + 15° 626  | 9.3    | —    | —           | —        |                 | 23       | 20.26    | + 3.4193 |          |
| 78  | + 9° 585   | 9.4    | var  | R Tauri     | Md6      |                 | 24       | 11.15    | + 3.2881 |          |
| 79  | + 57° 806  |        | var  | RV Camelop. | Md       |                 | 24       | 27.48    | + 4.9723 |          |
| 80  | —          |        | —    | —           | —        |                 | 32       | 53.33    | + 5.8600 |          |
| 81  | —          |        | var  | X Camelop.  | Md       |                 | 35       | 59.02    | + 7.7156 |          |
| 82  | + 74° 213  | 8.5    | —    | —           | —        |                 | 36       | 45.36    | + 7.6744 |          |
| 83  | + 42° 1046 | 9.5    | —    | —           | (N)      |                 | 41       | 22.75    | + 4.2272 |          |
| 84  | + 21° 702  | 8.6    | —    | —           | Ma       |                 | 43       | 18.89    | + 3.5829 |          |
| 85  | + 67° 350  | 7.0    | var  | — Camelop.  | N        |                 | 43       | 25.92    | + 6.2035 |          |
| 86  | + 34° 911  | 8.8    | —    | —           | N        |                 | 44       | 18.99    | + 3.9537 |          |
| 87  | + 15° 691  | 9.4    | —    | —           | N        |                 | 46       | 20.27    | + 3.4284 |          |
| 88  | + 28° 707  | 8.1    | var  | — Tauri     | N        |                 | 46       | 48.99    | + 3.7588 |          |
| 89  | + 10° 654  | 7.3    | —    | —           | F5       |                 | 47       | 3.03     | + 3.3182 |          |
| 90  | + 13° 728  | 6.6    | —    | —           | F5       |                 | 47       | 35.94    | + 3.3784 |          |
| 91  | + 22° 770  | 9.2    | —    | —           | A        |                 | 49       | 21.27    | + 3.6041 |          |
| 92  | + 48° 1188 | 8.5    | 8.6  | —           | B8       |                 | 52       | 49.27    | + 4.5052 |          |
| 93  | + 50° 1112 | 8.9    | —    | —           | N        |                 | 57       | 34.72    | + 4.6355 |          |
| 94  | + 0° 939   | 6.0    | var  | W Orionis   | N        | 5               | 1        | 31.28    | + 3.0971 |          |
| 95  | + 38° 1035 |        | var  | TX Aurigæ   | N        |                 | 3        | 56.16    | + 4.1192 |          |
| 96  | + 45° 1053 | 9.5    | —    | —           | (N)      |                 | 4        | 39.36    | + 4.4197 |          |
| 97  | — 5° 1174  | 8.7    | 8.55 | —           | N        |                 | 6        | 7.33     | + 2.9452 |          |
| 98  | + 53° 882  | 8.9    | var  | R Aurigæ    | —        |                 | 11       | 14.25    | + 4.8382 |          |
| 99  | + 35° 1044 |        | var  | S Aurigæ    | N        |                 | 13       | 55.72    | + 4.0167 |          |
| 100 | + 35° 1046 |        | —    | —           | —        | N               |          | 14       | 8.86     | + 4.0144 |

| Var. sec. | Epok    | n  | $\delta$ 1925.0 |     |      | Præc.    | Var. sec. | Epok    | n  |
|-----------|---------|----|-----------------|-----|------|----------|-----------|---------|----|
| $s$       |         |    | $^{\circ}$      | $'$ | $''$ | $''$     | $''$      |         |    |
| + .0033   | 1918.90 | 1  | — 13            | 28  | 38.3 | + 15.896 | — .263    | 1918.90 | 1  |
| + .0045   | 18.89   | 4  | — 9             | 46  | 15.1 | + 15.825 | — .269    | 18.89   | 4  |
| + .0294   | 19.95   | 3  | + 33            | 56  | 19.1 | + 15.769 | — .333    | 19.95   | 3  |
| + .0350   | 18.46   | 2  | + 38            | 50  | 42.2 | + 15.703 | — .346    | 18.46   | 2  |
| + .0827   | 18.92   | 4  | + 59            | 16  | 27.5 | + 15.676 | — .416    | 18.92   | 4  |
| + .0164   | 19.88   | 2  | + 17            | 11  | 49.7 | + 15.120 | — .326    | 19.88   | 2  |
| + .0716   | 17.97   | 3  | + 56            | 40  | 23.0 | + 15.066 | — .431    | 17.97   | 3  |
| + .0718   | 19.33   | 5  | + 56            | 41  | 42.2 | + 15.061 | — .431    | 19.33   | 5  |
| + .0725   | 19.60   | 3  | + 57            | 37  | 8.2  | + 13.821 | — .492    | 19.60   | 3  |
| + .0144   | 17.96   | 2  | + 14            | 25  | 43.0 | + 13.736 | — .359    | 17.96   | 2  |
| + .0252   | 19.95   | 2  | + 31            | 45  | 0.6  | + 13.185 | — .412    | 19.95   | 2  |
| + .0079   | 18.90   | 1  | — 1             | 20  | 14.3 | + 13.176 | — .340    | 18.90   | 1  |
| + .0380   | 18.99   | 8  | + 43            | 54  | 55.5 | + 12.709 | — .464    | 18.99   | 8  |
| + .0317   | 17.91   | 2  | + 39            | 23  | 22.4 | + 12.469 | — .455    | 17.91   | 2  |
| + .0395   | 18.34   | 6  | + 45            | 30  | 0.2  | + 12.317 | — .482    | 18.34   | 6  |
| + .0862   | 18.94   | 6  | + 62            | 24  | 24.8 | + 11.829 | — .610    | 18.94   | 6  |
| + .0486   | 18.11   | 5  | + 51            | 15  | 43.4 | + 11.786 | — .527    | 18.11   | 5  |
| + .0232   | 19.12   | 1  | + 32            | 48  | 33.8 | + 11.025 | — .466    | 19.12   | 1  |
| + .0101   | 18.11   | 5  | + 7             | 32  | 59.8 | + 10.830 | — .400    | 18.11   | 5  |
| + .0728   | 18.32   | 12 | + 61            | 35  | 23.8 | + 10.071 | — .662    | 18.32   | 12 |
| + .0416   | 19.13   | 2  | + 51            | 11  | 7.5  | + 9.628  | — .583    | 19.13   | 2  |
| + .0287   | 18.04   | 1  | + 41            | 58  | 40.1 | + 9.622  | — .532    | 18.04   | 1  |
| + .0286   | 18.13   | 4  | + 42            | 0   | 52.1 | + 9.588  | — .533    | 18.13   | 4  |
| + .0353   | 18.07   | 6  | + 49            | 0   | 20.8 | + 8.823  | — .587    | 18.07   | 6  |
| + .0352   | 18.01   | 1  | + 49            | 0   | 3.0  | + 8.791  | — .587    | 18.01   | 1  |
| + .0125   | 19.12   | 3  | + 19            | 21  | 31.3 | + 8.660  | — .463    | 19.12   | 3  |
| + .0108   | 18.50   | 5  | + 15            | 51  | 47.2 | + 8.206  | — .459    | 18.50   | 5  |
| + .0090   | 19.94   | 1  | + 9             | 59  | 47.0 | + 8.138  | — .442    | 19.94   | 1  |
| + .0479   | 18.14   | 4  | + 57            | 14  | 51.8 | + 8.116  | — .666    | 18.14   | 4  |
| + .0751   | 18.12   | 3  | + 66            | 0   | 0.7  | + 7.437  | — .796    | 18.12   | 3  |
| + .1644   | 19.12   | 2  | + 74            | 57  | 35.5 | + 7.185  | — 1.053   | 19.12   | 2  |
| + .1604   | 18.15   | 3  | + 74            | 48  | 44.5 | + 7.121  | — 1.049   | 18.15   | 3  |
| + .0217   | 18.88   | 4  | + 42            | 31  | 52.3 | + 6.742  | — .583    | 18.88   | 4  |
| + .0109   | 19.64   | 7  | + 22            | 0   | 24.4 | + 6.582  | — .497    | 19.64   | 7  |
| + .0783   | 18.11   | 5  | + 68            | 2   | 19.4 | + 6.573  | — .857    | 18.11   | 5  |
| + .0161   | 18.16   | 3  | + 34            | 52  | 14.7 | + 6.500  | — .548    | 18.16   | 3  |
| + .0089   | 19.64   | 7  | + 15            | 40  | 6.6  | + 6.332  | — .476    | 19.64   | 7  |
| + .0128   | 18.08   | 2  | + 28            | 24  | 1.4  | + 6.293  | — .523    | 18.08   | 2  |
| + .0078   | 18.13   | 3  | + 10            | 56  | 27.7 | + 6.273  | — .462    | 18.13   | 3  |
| + .0082   | 18.17   | 5  | + 13            | 31  | 46.3 | + 6.227  | — .471    | 18.17   | 5  |
| + .0105   | 20.02   | 2  | + 22            | 38  | 53.6 | + 6.081  | — .503    | 20.02   | 2  |
| + .0235   | 19.12   | 2  | + 48            | 13  | 50.9 | + 5.792  | — .632    | 19.12   | 2  |
| + .0243   | 18.09   | 9  | + 50            | 31  | 32.0 | + 5.392  | — .653    | 18.09   | 9  |
| + .0052   | 18.32   | 9  | + 1             | 4   | 32.3 | + 5.059  | — .439    | 18.32   | 9  |
| + .0143   | 18.11   | 5  | + 38            | 54  | 21.6 | + 4.855  | — .584    | 18.11   | 5  |
| + .0181   | 19.11   | 6  | + 46            | 4   | 6.0  | + 4.793  | — .627    | 19.11   | 6  |
| + .0043   | 18.45   | 5  | — 5             | 36  | 33.4 | + 4.669  | — .419    | 18.45   | 5  |
| + .0222   | 18.71   | 3  | + 53            | 30  | 13.3 | + 4.233  | — .692    | 18.71   | 3  |
| + .0109   | 18.04   | 1  | + 35            | 47  | 7.5  | + 4.002  | — .575    | 18.04   | 1  |
| + .0109   | 18.46   | 6  | + 35            | 42  | 50.1 | + 3.984  | — .575    | 18.46   | 6  |



| No  | BD           | Grösse |      | Name        | Spektr. | $\alpha$ 1925.0                                   | Præc.    |
|-----|--------------|--------|------|-------------|---------|---|----------|
|     |              | BD     | Phtn |             |         |   |          |
| 101 | + 32° 957    |        | var  | — Aurigæ    | Md      | <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> 55.67 | + 3.9071 |
| 102 | + 34° 1044   |        | var  | S Aurigæ    | N       | 22 9.85   | + 3.9648 |
| 103 | — 4° 1146    |        | var  | S Orionis   | Md8     | 25 18.53  | + 2.9630 |
| 104 | + 7° 929     |        | var  | R T Orionis | N       | 29 10.81  | + 3.2378 |
| 105 | + 68° 398    |        | var  | S Camelop.  | N       | 32 55.18  | + 6.4864 |
| 106 | + 24° 897    | 9.1    | —    | —           | —       | 33 51.55  | + 3.6905 |
| 107 | + 38° 1249   | 8.0    | —    | —           | —       | 36 13.57  | + 4.1441 |
| 108 | + 17° 979    | 8.0    | —    | —           | Ma      | 37 0.65   | + 3.4916 |
| 109 | + 31° 1057 a | var    | var  | U Aurigæ    | —       | 37 16.08  | + 3.9038 |
| 110 | + 24° 943    | 8.5    | var  | — Tauri     | N       | 40 37.88  | + 3.6765 |
| 111 | + 20° 1083   |        | var  | Y Tauri     | N       | 41 11.20  | + 3.5751 |
| 112 | + 44° 1288   | 9.2    | —    | —           | (N)     | 43 6.05   | + 4.3970 |
| 113 | + 30° 1014   | 8.5    | var  | — Aurigæ    | N       | 43 18.50  | + 3.8612 |
| 114 | + 15° 962 a  |        | var  | Z Tauri     | —       | 48 6.16   | + 3.4499 |
| 115 | + 20° 1172   | 9.2    | —    | —           | —       | 51 24.51  | + 3.5616 |
| 116 | + 45° 1202   |        | var  | TW Aurigæ   | Mc      | 51 34.37  | + 4.4317 |
| 117 | + 53° 979    |        | var  | Z Aurigæ    | —       | 55 40.52  | + 4.8655 |
| 118 | —            |        | var  | RS Aurigæ   | —       | 58 18.45  | + 4.4709 |
| 119 | + 43° 1475   | 6.9    | 7.06 | —           | G5      | 6 6 5.49  | + 4.3264 |
| 120 | + 26° 1117   | 7.4    | var  | — Geminor.  | N       | 6 13.71   | + 3.7252 |
| 121 | + 50° 1279 a |        | var  | X Aurigæ    | Md5     | 6 22.50   | + 4.6786 |
| 122 | + 43° 1479   |        | var  | RR Aurigæ   | —       | 6 43.82   | + 4.3263 |
| 123 | + 27° 1024   | 9.0    | 9.09 | —           | (N)     | 8 50.04   | + 3.7587 |
| 124 | + 33° 1286   | 7.5    | 7.71 | —           | A2      | 11 5.80   | + 3.9470 |
| 125 | + 33° 1290   | 9.1    | var  | — Aurigæ    | Mb      | 12 18.39  | + 3.9471 |
| 126 | + 29° 1177   | 9.5    | —    | —           | (N)     | 14 45.63  | + 3.8273 |
| 127 | + 47° 1291 a |        | var  | V Aurigæ    | —       | 18 22.12  | + 4.5390 |
| 128 | + 14° 1283   | 6.5    | var  | — Orionis   | N       | 21 11.49  | + 3.4235 |
| 129 | + 42° 1571   |        | var  | RV Aurigæ   | N       | 29 23.10  | + 4.2899 |
| 130 | + 45° 1324   |        | var  | TU Aurigæ   | Md      | 30 5.11   | + 4.4296 |
| 131 | + 38° 1539   | 6.3    | var  | — Aurigæ    | N       | 31 23.57  | + 4.1261 |
| 132 | —            |        | var  | U Lyncis    | —       | 34 5.39   | + 5.3561 |
| 133 | + 22° 1415   | 8.9    | —    | —           | —       | 34 26.95  | + 3.6234 |
| 134 | —            | 9.4    | —    | —           | (N)     | 34 46.11  | + 3.6246 |
| 135 | + 22° 1420   | 8.8    | —    | —           | —       | 34 58.84  | + 3.6256 |
| 136 | + 31° 1381   | 7.7    | —    | —           | K0      | 35 50.39  | + 3.8718 |
| 137 | + 31° 1388   | 8.1    | var  | — Geminor.  | N       | 37 17.60  | + 3.8817 |
| 138 | + 58° 960    | 9.2    | —    | —           | A2      | 37 45.01  | + 5.1835 |
| 139 | —            | (9.4)  | —    | —           | —       | 40 19.16  | + 3.1501 |
| 140 | + 3° 1381    | 9.3    | —    | —           | (N)     | 40 44.51  | + 3.1508 |
| 141 | + 30° 1329   |        | var  | X Geminor.  | Md      | 42 19.12  | + 3.8422 |
| 142 | + 0° 1598    | 9.2    | —    | —           | —       | 43 32.46  | + 3.0907 |
| 143 | + 0° 1600    | 8.8    | 8.34 | —           | A2      | 43 38.73  | + 3.0906 |
| 144 | — 6° 1786    | 9.1    | 9.2  | —           | A0      | 48 31.30  | + 2.9115 |
| 145 | + 41° 1556   |        | var  | UW Aurigæ   | N       | 52 1.76   | + 4.2133 |
| 146 | + 11° 1370 a |        | var  | Y Monocer.  | Md5     | 52 42.30  | + 3.3338 |
| 147 | — 8° 1641    |        | var  | X Monocer.  | Md4     | 53 36.80  | + 2.8678 |
| 148 | + 6° 1462    |        | var  | RV Monocer. | N       | 54 20.46  | + 3.2155 |
| 149 | + 55° 1154   |        | var  | R Lyncis    | Md1     | 55 7.03   | + 4.9567 |
| 150 | — 3° 1685    | 7.7    | —    | —           | R       | 57 16.91  | + 3.0016 |

| Var. sac. | Epok    | n  | $\delta$ 1925.0 |          |          | Præc.    | Var. sac. | Epok    | n  |
|-----------|---------|----|-----------------|----------|----------|----------|-----------|---------|----|
| <i>s</i>  |         |    | <i>o</i>        | <i>i</i> | <i>u</i> | <i>u</i> | <i>u</i>  |         |    |
| + .0094   | 1918.32 | 11 | + 32            | 26       | 15.9     | + 3.745  | — .561    | 1918.32 | 11 |
| + .0089   | 18.24   | 10 | + 34            | 5        | 8.2      | + 3.294  | — .571    | 18.24   | 10 |
| + .0036   | 18.15   | 10 | — 4             | 45       | 5.7      | + 3.022  | — .428    | 18.15   | 10 |
| + .0041   | 18.51   | 11 | + 7             | 6        | 4.4      | + 2.687  | — .469    | 18.51   | 11 |
| + .0311   | 18.13   | 4  | + 68            | 45       | 24.5     | + 2.363  | — .940    | 18.13   | 4  |
| + .0054   | 19.94   | 1  | + 24            | 56       | 57.9     | + 2.281  | — .536    | 19.94   | 1  |
| + .0071   | 18.17   | 2  | + 38            | 52       | 11.3     | + 2.076  | — .602    | 18.17   | 2  |
| + .0042   | 18.16   | 5  | + 17            | 29       | 4.2      | + 2.008  | — .507    | 18.16   | 5  |
| + .0057   | 19.53   | 7  | + 32            | 0        | 11.5     | + 1.985  | — .567    | 19.53   | 7  |
| + .0044   | 19.06   | 11 | + 24            | 23       | 21.2     | + 1.692  | — .535    | 19.06   | 11 |
| + .0040   | 18.13   | 7  | + 20            | 39       | 54.5     | + 1.643  | — .520    | 18.13   | 7  |
| + .0063   | 19.12   | 1  | + 44            | 49       | 5.0      | + 1.477  | — .641    | 19.12   | 1  |
| + .0044   | 19.14   | 10 | + 30            | 36       | 19.0     | + 1.459  | — .561    | 19.14   | 10 |
| + .0030   | 18.14   | 5  | + 15            | 46       | 39.6     | + 1.040  | — .503    | 18.14   | 5  |
| + .0027   | 19.94   | 1  | + 20            | 6        | 13.9     | + .751   | — .519    | 19.94   | 1  |
| + .0039   | 18.13   | 3  | + 45            | 29       | 58.6     | + .737   | — .646    | 18.13   | 3  |
| + .0030   | 19.13   | 2  | + 53            | 18       | 13.5     | + .378   | — .710    | 19.13   | 2  |
| + .0018   | 18.68   | 4  | + 46            | 17       | 43.3     | + .148   | — .652    | 18.68   | 4  |
| — .0003   | 18.19   | 3  | + 43            | 10       | 49.2     | — .533   | — .631    | 18.19   | 3  |
| + .0007   | 18.49   | 6  | + 26            | 1        | 50.2     | — .545   | — .542    | 18.49   | 6  |
| — .0012   | 18.13   | 4  | + 50            | 14       | 41.6     | — .558   | — .681    | 18.13   | 4  |
| — .0004   | 20.19   | 2  | + 43            | 10       | 52.7     | — .589   | — .631    | 20.19   | 2  |
| + .0003   | 18.45   | 7  | + 27            | 11       | 21.0     | — .773   | — .547    | 18.45   | 7  |
| — .0006   | 18.13   | 1  | + 33            | 13       | 26.2     | — .970   | — .575    | 18.13   | 1  |
| — .0008   | 18.15   | 5  | + 33            | 14       | 0.6      | — 1.076  | — .574    | 18.15   | 5  |
| — .0009   | 18.80   | 6  | + 29            | 30       | 0.5      | — 1.290  | — .557    | 18.80   | 6  |
| — .0050   | 18.13   | 5  | + 47            | 44       | 43.3     | — 1.605  | — .660    | 18.13   | 5  |
| — .0003   | 18.44   | 4  | + 14            | 45       | 52.2     | — 1.851  | — .496    | 18.44   | 4  |
| — .0066   | 18.57   | 5  | + 42            | 33       | 42.2     | — 2.563  | — .619    | 18.57   | 5  |
| — .0079   | 18.13   | 4  | + 45            | 40       | 58.8     | — 2.624  | — .640    | 18.13   | 4  |
| — .0058   | 18.68   | 8  | + 38            | 30       | 27.1     | — 2.738  | — .594    | 18.68   | 8  |
| — .0200   | 18.13   | 1  | + 59            | 56       | 16.9     | — 2.971  | — .771    | 18.13   | 1  |
| — .0028   | 18.19   | 1  | + 22            | 37       | 24.1     | — 3.002  | — .521    | 18.19   | 1  |
| — .0029   | 19.14   | 1  | + 22            | 40       | 20.2     | — 3.030  | — .521    | 19.14   | 1  |
| — .0029   | 18.20   | 1  | + 22            | 42       | 35.7     | — 3.048  | — .521    | 18.20   | 1  |
| — .0047   | 18.17   | 5  | + 31            | 11       | 9.8      | — 3.122  | — .556    | 18.17   | 5  |
| — .0051   | 19.68   | 4  | + 31            | 31       | 37.4     | — 3.248  | — .557    | 19.68   | 4  |
| — .0198   | 19.13   | 2  | + 58            | 0        | 49.9     | — 3.287  | — .744    | 19.13   | 2  |
| — .0006   | 18.18   | 5  | + 3             | 21       | 37.1     | — 3.509  | — .451    | 18.18   | 5  |
| — .0007   | 18.18   | 3  | + 3             | 23       | 36.6     | — 3.545  | — .451    | 18.18   | 3  |
| — .0056   | 18.89   | 8  | + 30            | 21       | 27.2     | — 3.681  | — .549    | 18.89   | 8  |
| — .0006   | 18.18   | 2  | + 0             | 46       | 55.5     | — 3.786  | — .441    | 18.18   | 2  |
| — .0006   | 18.32   | 7  | + 0             | 46       | 31.8     | — 3.795  | — .441    | 18.32   | 7  |
| — .0000   | 18.18   | 4  | — 7             | 2        | 16.5     | — 4.213  | — .414    | 18.18   | 4  |
| — .0117   | 20.16   | 2  | + 41            | 12       | 58.5     | — 4.512  | — .597    | 20.16   | 2  |
| — .0027   | 19.14   | 1  | + 11            | 20       | 28.8     | — 4.570  | — .471    | 19.14   | 1  |
| — .0001   | 18.13   | 4  | — 8             | 57       | 51.1     | — 4.647  | — .405    | 18.13   | 4  |
| — .0020   | 18.74   | 7  | — 6             | 16       | 6.4      | — 4.709  | — .454    | 18.74   | 7  |
| — .0249   | 18.20   | 5  | + 55            | 26       | 8.1      | — 4.775  | — .699    | 18.20   | 5  |
| — .0008   | 18.74   | 7  | — 3             | 8        | 45.6     | — 4.959  | — .421    | 18.74   | 7  |

| No  | BD          | Grösse |      | Name         | Spektr. | $\alpha$ 1925 0 |     |       | Præc.    |
|-----|-------------|--------|------|--------------|---------|-----------------|-----|-------|----------|
|     |             | BD     | Phtn |              |         | $h$             | $m$ | $s$   |          |
| 151 | + 22° 1577  |        | var  | R Geminor.   | Md3     | 7               | 2   | 50.50 | + 3.6141 |
| 152 | — 7° 1742   | 8.3    | var  | — Monocer.   | (N)     |                 | 3   | 18.70 | + 2.9049 |
| 153 | — 11° 1805  | 7.6    | var  | — Canis Maj. | N       |                 | 4   | 33.18 | + 2.8045 |
| 154 | + 10° 1428  |        | var  | R Canis Min. | Md1     |                 | 4   | 35.15 | + 3.3025 |
| 155 | + 14° 1594  | 9.0    | 9.14 | —            | (N)     |                 | 8   | 2.93  | + 3.4112 |
| 156 | + 14° 1596  | 8.8    | 9.2  | —            | G5      |                 | 8   | 4.65  | + 3.4106 |
| 157 | + 48° 1504  | 9.0    | —    | —            | Mc5     |                 | 12  | 35.94 | + 4.5159 |
| 158 | —           | —      | var  | RR Monocer.  | Md9     |                 | 13  | 44.43 | + 3.1001 |
| 159 | + 25° 1641  | 9.0    | —    | —            | —       |                 | 16  | 3.18  | + 3.6652 |
| 160 | + 13° 1653a | —      | var  | V Geminor.   | Md5     |                 | 18  | 56.91 | + 3.3689 |
| 161 | — 3° 1873   | 9.3    | —    | —            | N       |                 | 19  | 23.33 | + 2.9834 |
| 162 | — 3° 1886   | 8.7    | —    | —            | A       |                 | 21  | 8.75  | + 2.9833 |
| 163 | — 2° 2101   | 9.0    | —    | —            | N       |                 | 21  | 27.61 | + 3.0075 |
| 164 | + 46° 1271  |        | var  | Y Lyncis     | Mb      |                 | 22  | 44.26 | + 4.3739 |
| 165 | — 11° 1941  |        | var  | — Puppis     | Md9     |                 | 23  | 32.74 | + 2.8172 |
| 166 | — 9° 2085   |        | var  | U Monocer.   | G5      |                 | 27  | 12.89 | + 2.8625 |
| 167 | + 24° 1685  | 9.0    | —    | —            | —       |                 | 27  | 15.59 | + 3.6433 |
| 168 | + 24° 1686  | 8.2    | —    | —            | N       |                 | 27  | 21.72 | + 3.6423 |
| 169 | + 2° 1715   | 9.3    | var  | — Can. Min.  | N       |                 | 32  | 35.18 | + 3.1210 |
| 170 | + 20° 1875  |        | var  | Y Geminor.   | —       |                 | 36  | 44.00 | + 3.5311 |
| 171 | + 8° 1847a  |        | var  | U Can. Min.  | Mb      |                 | 37  | 16.15 | + 3.2560 |
| 172 | + 23° 1796  |        | var  | S Geminor.   | Md6     |                 | 38  | 32.65 | + 3.6042 |
| 173 | + 5° 1797   | 9.0    | var  | — Can. Min.  | N       |                 | 44  | 46.46 | + 3.1900 |
| 174 | + 24° 1778  |        | var  | T Geminor.   | Md2     |                 | 44  | 48.19 | + 3.6047 |
| 175 | — 13° 2247  | 7.2    | 6.64 | —            | Mb      |                 | 46  | 11.79 | + 2.7771 |
| 176 | + 65° 613   |        | var  | RZ Urs. Maj. | —       | 8               | 4   | 3.96  | + 5.5792 |
| 177 | —           |        | var  | RR Cancrī?   | —       |                 | 6   | 43.07 | + 3.5642 |
| 178 | + 25° 1880  | 8.4    | 8.86 | —            | Mc      |                 | 10  | 14.20 | + 3.5971 |
| 179 | + 12° 1803  |        | var  | R Cancrī     | Md8     |                 | 12  | 25.86 | + 3.3099 |
| 180 | + 3° 1958   | 8.3    | var  | — Hydræ      | N       |                 | 16  | 11.72 | + 3.1309 |
| 181 | + 17° 1825  |        | var  | V Cancrī     | Md      |                 | 17  | 26.62 | + 3.4211 |
| 182 | + 33° 1686  |        | var  | T Lyncis     | —       |                 | 17  | 57.77 | + 3.8090 |
| 183 | — 5° 2550   |        | var  | RT Hydræ     | Md9     |                 | 25  | 59.28 | + 2.9586 |
| 184 | — 9° 2612   |        | var  | RV Hydræ     | Mb      |                 | 36  | 6.12  | + 2.9024 |
| 185 | + 3° 2085   |        | var  | S Hydræ      | Md4     |                 | 49  | 39.40 | + 3.1306 |
| 186 | + 17° 1973  | 6.5    | var  | X Cancrī     | N       |                 | 51  | 9.58  | + 3.3823 |
| 187 | — 8° 2525   |        | var  | T Hydræ      | Md4     |                 | 52  | 0.99  | + 2.9206 |
| 188 | + 20° 2243  |        | var  | T Cancrī     | —       |                 | 52  | 23.29 | + 3.4306 |
| 189 | + 11° 1954  | 8.5    | —    | —            | Mb      |                 | 54  | 11.62 | + 3.2635 |
| 190 | + 34° 1929  | 8.9    | —    | —            | R       |                 | 55  | 10.29 | + 3.7251 |
| 191 | + 50° 1603  | 9.2    | —    | —            | R       |                 | 57  | 59.89 | + 4.2246 |
| 192 | + 31° 1946  |        | var  | RS Cancrī    | Mc      | 9               | 6   | 7.19  | + 3.6311 |
| 193 | + 14° 2048  | 8.8    | —    | —            | R       |                 | 9   | 42.44 | + 3.3070 |
| 194 | —           | 9.3    | —    | —            | —       |                 | 13  | 10.97 | + 4.1992 |
| 195 | + 35° 2050  |        | var  | R Leon. Min. | Md8     |                 | 41  | 4.82  | + 3.6031 |
| 196 | + 12° 2096  |        | var  | R Leonis     | Md10    |                 | 43  | 31.62 | + 3.2291 |
| 197 | — 1° 2312   | 8.9    | var  | — Sextantis  | N       |                 | 47  | 9.58  | + 3.0514 |
| 198 | —           |        | var  | S Leon. Min. | Md4     |                 | 49  | 15.18 | + 3.5834 |
| 199 | + 0° 2673   | 8.8    | 8.9  | —            | G0      | 10              | 31  | 24.46 | + 3.0729 |
| 200 | — 12° 3218  |        | var  | U Hydræ      | N       |                 | 33  | 51.00 | + 2.9596 |



| Var. sæc. | Epok    | n  | δ 1925.0 |    |      | Præc.    | Var. sæc. | Epok    | n  |
|-----------|---------|----|----------|----|------|----------|-----------|---------|----|
| s         |         |    | °        | '  | "    | "        | "         |         |    |
| — .0062   | 1920.16 | 2  | + 22     | 49 | 14.6 | — 5.428  | — .505    | 1920.16 | 2  |
| — .0005   | 18.23   | 1  | — 7      | 26 | 23.8 | — 5.468  | — .405    | 18.23   | 1  |
| .0000     | 18.13   | 5  | — 11     | 48 | 14.8 | — 5.572  | — .390    | 18.13   | 5  |
| — .0033   | 18.18   | 8  | + 10     | 8  | 37.0 | — 5.575  | — .460    | 18.18   | 8  |
| — .0047   | 18.16   | 9  | + 14     | 49 | 59.3 | — 5.865  | — .473    | 18.16   | 9  |
| — .0047   | 18.15   | 4  | + 14     | 48 | 30.7 | — 5.868  | — .473    | 18.15   | 4  |
| — .0231   | 18.16   | 8  | + 48     | 39 | 16.8 | — 6.245  | — .624    | 18.16   | 8  |
| — .0022   | 19.14   | 1  | + 1      | 13 | 57.7 | — 6.340  | — .426    | 19.14   | 1  |
| — .0086   | 18.15   | 5  | + 25     | 7  | 19.0 | — 6.531  | — .502    | 18.15   | 5  |
| — .0052   | 20.16   | 2  | + 13     | 14 | 46.3 | — 6.770  | — .460    | 20.16   | 2  |
| — .0016   | 18.18   | 7  | — 4      | 4  | 6.6  | — 6.806  | — .406    | 18.18   | 7  |
| — .0016   | 19.18   | 2  | — 4      | 4  | 58.8 | — 6.951  | — .405    | 19.18   | 2  |
| — .0017   | 18.13   | 5  | — 2      | 59 | 9.2  | — 6.977  | — .408    | 18.13   | 5  |
| — .0232   | 18.19   | 3  | + 46     | 8  | 34.6 | — 7.081  | — .594    | 18.19   | 3  |
| — .0005   | 20.23   | 1  | — 11     | 34 | 7.2  | — 7.147  | — .381    | 20.23   | 1  |
| — .0008   | 18.18   | 6  | — 9      | 37 | 7.5  | — 7.446  | — .384    | 18.18   | 6  |
| — .0098   | 18.16   | 2  | + 24     | 41 | 39.5 | — 7.450  | — .490    | 18.16   | 2  |
| — .0098   | 18.15   | 5  | + 24     | 39 | 45.8 | — 7.458  | — .490    | 18.15   | 5  |
| — .0033   | 18.16   | 8  | + 2      | 14 | 46.2 | — 7.880  | — .415    | 18.16   | 8  |
| — .0091   | 18.21   | 2  | + 20     | 36 | 13.9 | — 8.213  | — .466    | 18.21   | 2  |
| — .0051   | 19.14   | 1  | + 8      | 33 | 19.5 | — 8.255  | — .429    | 19.14   | 1  |
| — .0105   | 18.13   | 5  | + 23     | 37 | 38.3 | — 8.357  | — .474    | 18.13   | 5  |
| — .0047   | 18.79   | 5  | + 5      | 34 | 50.7 | — 8.849  | — .414    | 18.79   | 5  |
| — .0114   | 18.15   | 9  | + 23     | 55 | 20.8 | — 8.851  | — .469    | 18.15   | 9  |
| — .0005   | 18.71   | 4  | — 13     | 53 | 44.2 | — 8.960  | — .358    | 18.71   | 4  |
| — .0935   | 20.23   | 1  | + 65     | 26 | 35.5 | — 10.330 | — .693    | 20.23   | 1  |
| — .0130   | 18.24   | 2  | + 23     | 22 | 8.7  | — 10.528 | — .438    | 18.24   | 2  |
| — .0143   | 18.18   | 7  | + 24     | 57 | 47.7 | — 10.789 | — .438    | 18.18   | 7  |
| — .0081   | 18.16   | 7  | + 11     | 57 | 28.4 | — 10.950 | — .400    | 18.16   | 7  |
| — .0051   | 18.13   | 4  | + 3      | 0  | 8.3  | — 11.225 | — .373    | 18.13   | 4  |
| — .0108   | 18.24   | 3  | + 17     | 31 | 26.4 | — 11.315 | — .407    | 18.24   | 3  |
| — .0212   | 18.19   | 3  | + 33     | 45 | 33.5 | — 11.352 | — .452    | 18.19   | 3  |
| — .0025   | 18.18   | 13 | — 6      | 4  | 0.2  | — 11.924 | — .341    | 18.18   | 13 |
| — .0016   | 18.19   | 12 | — 9      | 19 | 15.4 | — 12.623 | — .323    | 18.18   | 11 |
| — .0058   | 18.16   | 11 | + 3      | 21 | 9.3  | — 13.522 | — .331    | 18.16   | 11 |
| — .0124   | 20.22   | 3  | + 17     | 31 | 4.1  | — 13.618 | — .357    | 20.22   | 3  |
| — .0016   | 18.24   | 3  | — 8      | 51 | 15.7 | — 13.673 | — .305    | 18.24   | 3  |
| — .0140   | 18.70   | 4  | + 20     | 8  | 14.0 | — 13.697 | — .360    | 18.70   | 4  |
| — .0093   | 18.20   | 7  | + 11     | 8  | 10.8 | — 13.812 | — .339    | 18.20   | 7  |
| — .0248   | 18.13   | 4  | + 34     | 3  | 57.4 | — 13.874 | — .386    | 18.13   | 4  |
| — .0494   | 18.16   | 11 | + 50     | 23 | 26.0 | — 14.051 | — .434    | 18.16   | 10 |
| — .0227   | 18.20   | 7  | + 31     | 16 | 11.0 | — 14.549 | — .358    | 18.20   | 7  |
| — .0113   | 18.18   | 14 | + 14     | 31 | 15.5 | — 14.763 | — .320    | 18.18   | 14 |
| — .0540   | 18.17   | 13 | + 51     | 43 | 0.9  | — 14.967 | — .401    | 18.17   | 13 |
| — .0274   | 20.22   | 3  | + 34     | 51 | 26.8 | — 16.476 | — .293    | 20.22   | 3  |
| — .0098   | 20.22   | 3  | + 11     | 46 | 39.7 | — 16.597 | — .257    | 20.22   | 3  |
| — .0033   | 20.22   | 3  | — 1      | 40 | 39.0 | — 16.773 | — .236    | 20.22   | 3  |
| — .0279   | 20.22   | 2  | + 35     | 16 | 48.7 | — 16.873 | — .275    | 20.22   | 2  |
| — .0026   | 20.22   | 3  | + 0      | 0  | 38.4 | — 18.568 | — .161    | 20.22   | 3  |
| + .0034   | 20.22   | 3  | — 12     | 59 | 38.5 | — 18.648 | — .150    | 20.22   | 3  |

| No  | BD          | Grösse |      | Name         | Spektr. | $\alpha$ 1925.0 |          |          | Præc.    |
|-----|-------------|--------|------|--------------|---------|-----------------|----------|----------|----------|
|     |             | BD     | Phtn |              |         | <i>h</i>        | <i>m</i> | <i>s</i> |          |
| 201 | + 68° 617   | 6.2    | var  | — Urs. Maj.  | N       | 10              | 39       | 52.74    | + 4.1947 |
| 202 | + 55° 1409  |        | var  | SV Urs. Maj. | —       |                 | 41       | 55.12    | + 3.7208 |
| 203 | + 69° 597   | 8.2    | 8.49 | —            | F8      |                 | 56       | 58.51    | + 4.0500 |
| 204 | + 70° 644   | 8.9    | 9.04 | —            | K       |                 | 58       | 12.53    | + 4.0326 |
| 205 | — 13° 3407  | 8.5    | —    | —            | R       | 11              | 31       | 55.22    | + 3.0315 |
| 206 | — 6° 3469   |        | var  | S Crateris   | Md      |                 | 48       | 55.10    | + 3.0647 |
| 207 | + 58° 1346  |        | var  | Z Urs. Maj.  | Md      |                 | 52       | 36.02    | + 3.1426 |
| 208 | — 5° 3423   | 7.8    | —    | —            | —       | 12              | 3        | 22.70    | + 3.0748 |
| 209 | — 18° 3368  | 7.6    | —    | —            | —       |                 | 15       | 49.63    | + 3.1042 |
| 210 | + 62° 1224  | 7.4    | —    | —            | —       |                 | 16       | 52.08    | + 2.8901 |
| 211 | + 1° 2691   | 9.1    | —    | —            | —       |                 | 20       | 28.33    | + 3.0704 |
| 212 | + 1° 2694   |        | var  | SS Virginis  | Np      |                 | 21       | 24.06    | + 3.0702 |
| 213 | + 32° 2250a |        | var  | T Can. Ven.  | Mc      |                 | 26       | 29.57    | + 2.9768 |
| 214 | — 3° 3313   | 8.0    | —    | —            | —       |                 | 30       | 19.40    | + 3.0852 |
| 215 | + 66° 766   | 9.0    | —    | —            | —       |                 | 34       | 47.98    | + 2.6175 |
| 216 | + 14° 2525  | 8.8    | —    | —            | Mb      |                 | 35       | 5.10     | + 3.0212 |
| 217 | + 14° 2528  | 8.8    | —    | —            | —       |                 | 35       | 14.55    | + 3.0210 |
| 218 | + 56° 1615  |        | var  | Y Urs. Maj.  | —       |                 | 36       | 55.74    | + 2.7518 |
| 219 | + 61° 1313  |        | var  | S Urs. Maj.  | Md4     |                 | 40       | 39.93    | + 2.6383 |
| 220 | + 46° 1817  |        | var  | Y Can. Ven.  | N       |                 | 41       | 36.59    | + 2.8243 |
| 221 | —           | (9.5)  | —    | —            | —       |                 | 43       | 44.94    | + 2.8691 |
| 222 | + 6° 2664   |        | var  | U Virginis   | Md3     |                 | 47       | 17.45    | + 3.0442 |
| 223 | + 66° 780   |        | var  | RY Draconis  | Np      |                 | 53       | 29.15    | + 2.3654 |
| 224 | + 38° 2389  | 8.6    | var  | — Can. Ven.  | N       |                 | 55       | 51.79    | + 2.8188 |
| 225 | + 5° 2708   |        | var  | RT Virginis  | Md      |                 | 58       | 49.75    | + 3.0396 |
| 226 | — 2° 3653   |        | var  | — Virginis   | Md8     | 13              | 10       | 12.61    | + 3.0898 |
| 227 | + 46° 1862  |        | var  | V. Can. Ven. | —       |                 | 16       | 11.79    | + 2.6224 |
| 228 | —           |        | var  | RR Urs. Maj. | Md ?    |                 | 23       | 15.76    | + 2.1500 |
| 229 | — 2° 3686   |        | var  | V Virginis   | Md      |                 | 23       | 55.72    | + 3.0961 |
| 230 | — 6° 3837   |        | var  | S Virginis   | Md8     |                 | 29       | 4.93     | + 3.1333 |
| 231 | —           | (9.4)  | —    | —            | —       |                 | 33       | 6.73     | + 1.2533 |
| 232 | + 14° 2700  |        | var  | Z Bootis     | Md      | 14              | 2        | 51.73    | + 2.9046 |
| 233 | —           |        | var  | U Urs. Min.  | Md5     |                 | 15       | 41.71    | + 1.3038 |
| 234 | + 54° 1671  |        | var  | S Bootis     | Md5     |                 | 20       | 22.25    | + 2.0095 |
| 235 | + 26° 2563  |        | var  | RX Bootis    | —       |                 | 20       | 49.32    | + 2.6963 |
| 236 | + 5° 2880a  |        | var  | RS Virginis  | Md8     |                 | 23       | 30.94    | + 3.0041 |
| 237 | + 39° 2773  |        | var  | V Bootis     | Md7     |                 | 26       | 43.61    | + 2.4219 |
| 238 | + 27° 2400  |        | var  | R Bootis     | Md4     |                 | 33       | 53.13    | + 2.6481 |
| 239 | + 33° 2482  |        | var  | RV Bootis    | Mc5     |                 | 36       | 6.11     | + 2.5293 |
| 240 | + 32° 2504  |        | var  | RW Bootis    | Mc5     |                 | 38       | 2.72     | + 2.5438 |
| 241 | + 39° 2800  | 9.2    | —    | —            | —       |                 | 43       | 49.77    | + 2.3491 |
| 242 | + 31° 2725  |        | var  | S Cor. Bor.  | Md9     | 15              | 18       | 20.57    | + 2.4460 |
| 243 | + 39° 2901  |        | var  | RR Cor. Bor. | —       |                 | 38       | 41.37    | + 2.1963 |
| 244 | + 28° 2477  |        | var  | R Cor. Bor.  | Pec.    |                 | 45       | 28.96    | + 2.4715 |
| 245 | + 48° 2334  |        | var  | ST Herculis  | Md4     |                 | 48       | 31.93    | + 1.7948 |
| 246 | + 47° 2291  |        | var  | X Herculis   | Md5     | 16              | 0        | 23.85    | + 1.8110 |
| 247 | — 12° 4510  |        | var  | V Ophiuchi   | N       |                 | 22       | 33.11    | + 3.3373 |
| 248 | + 37° 2771  |        | var  | W Herculis   | Md5     |                 | 32       | 33.17    | + 2.1212 |
| 249 | + 9° 3576   | 9.4    | —    | —            | N       | 18              | 5        | 11.63    | + 2.8507 |
| 250 | + 31° 3209  | 9.1    | —    | —            | —       |                 | 10       | 59.39    | + 2.2474 |

| Var. sac. | Epok    | n | $\delta$ 1925.0 |     |      | Præc.    | Var. sac. | Epok    | n |
|-----------|---------|---|-----------------|-----|------|----------|-----------|---------|---|
| $s$       |         |   | $\circ$         | $'$ | $''$ | $''$     | $''$      |         |   |
| — .1217   | 1920.22 | 3 | + 67            | 48  | 18.6 | — 18.835 | — .201    | 1920.23 | 2 |
| — .0606   | 20.23   | 1 | + 55            | 25  | 50.4 | — 18.895 | — .173    | 20.23   | 1 |
| — .1285   | 20.22   | 1 | + 69            | 37  | 44.0 | — 19.294 | — .152    | 20.22   | 1 |
| — .1280   | 20.22   | 2 | + 69            | 39  | 13.6 | — 19.323 | — .148    | 20.22   | 2 |
| + .0076   | 19.74   | 4 | — 14            | 10  | 42.1 | — 19.897 | — .045    | 19.74   | 4 |
| + .0050   | 18.95   | 3 | — 7             | 10  | 45.3 | — 20.024 | — .013    | 18.95   | 3 |
| — .0491   | 18.95   | 3 | + 58            | 17  | 20.6 | — 20.037 | — .007    | 18.95   | 3 |
| + .0050   | 19.27   | 6 | — 5             | 40  | 2.4  | — 20.045 | + .015    | 19.27   | 6 |
| + .0131   | 20.22   | 3 | — 18            | 46  | 59.1 | — 19.999 | + .040    | 20.22   | 3 |
| — .0459   | 18.80   | 4 | + 61            | 43  | 33.4 | — 19.993 | + .040    | 18.80   | 4 |
| + .0025   | 20.22   | 1 | + 1             | 8   | 40.2 | — 19.967 | + .047    | 20.22   | 1 |
| + .0025   | 19.27   | 6 | + 1             | 11  | 6.5  | — 19.960 | + .045    | 19.27   | 6 |
| — .0139   | 20.22   | 4 | + 31            | 55  | 3.3  | — 19.914 | + .059    | 20.22   | 4 |
| + .0057   | 18.32   | 2 | — 4             | 1   | 55.9 | — 19.872 | + .068    | 18.32   | 2 |
| — .0428   | 20.22   | 1 | + 66            | 3   | 39.9 | — 19.817 | + .066    | 20.22   | 1 |
| — .0033   | 20.23   | 1 | + 14            | 12  | 56.6 | — 19.813 | + .076    | 20.23   | 1 |
| — .0033   | 20.23   | 1 | + 14            | 12  | 0.1  | — 19.811 | + .076    | 20.23   | 1 |
| — .0308   | 18.32   | 2 | + 56            | 15  | 29.8 | — 19.788 | + .073    | 18.32   | 2 |
| — .0346   | 19.46   | 5 | + 61            | 30  | 13.8 | — 19.733 | + .077    | 19.46   | 5 |
| — .0211   | 20.23   | 1 | + 45            | 50  | 59.9 | — 19.718 | + .083    | 20.23   | 1 |
| — .0161   | 19.59   | 3 | + 38            | 47  | 4.3  | — 19.683 | + .088    | 19.59   | 3 |
| + .0015   | 20.22   | 3 | + 5             | 57  | 40.3 | — 19.622 | + .099    | 20.22   | 3 |
| — .0308   | 19.46   | 5 | + 66            | 24  | 0.5  | — 19.504 | + .088    | 19.46   | 5 |
| — .0140   | 19.46   | 5 | + 38            | 13  | 20.7 | — 19.455 | + .107    | 19.46   | 5 |
| + .0023   | 19.46   | 5 | + 5             | 35  | 20.5 | — 19.390 | + .120    | 19.46   | 5 |
| + .0068   | 18.98   | 9 | — 2             | 24  | 35.4 | — 19.114 | + .144    | 18.98   | 9 |
| — .0145   | 18.98   | 9 | + 45            | 55  | 16.3 | — 18.949 | + .133    | 18.98   | 9 |
| — .0150   | 20.23   | 2 | + 62            | 46  | 14.1 | — 18.739 | + .119    | 20.23   | 2 |
| + .0077   | 18.36   | 5 | — 2             | 47  | 3.1  | — 18.718 | + .170    | 18.36   | 5 |
| + .0099   | 20.22   | 3 | — 6             | 48  | 34.7 | — 18.552 | + .181    | 20.22   | 3 |
| + .0248   | 18.36   | 6 | + 73            | 48  | 51.9 | — 18.415 | + .080    | 18.36   | 6 |
| + .0020   | 18.36   | 6 | + 13            | 50  | 31.8 | — 17.235 | + .223    | 18.36   | 6 |
| + .0176   | 20.23   | 2 | + 67            | 8   | 22.9 | — 16.635 | + .113    | 20.23   | 2 |
| — .0019   | 20.23   | 2 | + 54            | 9   | 2.9  | — 16.403 | + .176    | 20.23   | 2 |
| — .0008   | 18.36   | 6 | + 26            | 2   | 39.1 | — 16.380 | + .234    | 18.36   | 6 |
| + .0060   | 18.82   | 8 | + 5             | 0   | 51.7 | — 16.243 | + .263    | 18.82   | 8 |
| — .0028   | 20.23   | 2 | + 39            | 11  | 41.2 | — 16.077 | + .218    | 20.23   | 2 |
| — .0002   | 18.90   | 7 | + 27            | 3   | 40.8 | — 15.695 | + .247    | 18.90   | 7 |
| — .0012   | 20.23   | 2 | + 32            | 51  | 42.3 | — 15.574 | + .238    | 20.23   | 2 |
| — .0009   | 18.90   | 7 | + 31            | 53  | 32.2 | — 15.466 | + .242    | 18.90   | 7 |
| — .0013   | 18.38   | 4 | + 39            | 33  | 53.2 | — 15.140 | + .231    | 18.38   | 4 |
| + .0015   | 18.40   | 2 | + 31            | 38  | 11.6 | — 12.997 | + .277    | 18.40   | 2 |
| + .0024   | 18.38   | 1 | + 38            | 47  | 50.6 | — 11.592 | + .266    | 18.38   | 1 |
| + .0027   | 18.40   | 2 | + 28            | 23  | 9.6  | — 11.102 | + .305    | 18.40   | 2 |
| + .0053   | 18.40   | 2 | + 48            | 42  | 30.5 | — 10.879 | + .224    | 18.40   | 2 |
| + .0052   | 18.38   | 1 | + 47            | 26  | 42.5 | — 9.993  | + .233    | 18.38   | 1 |
| + .0098   | 18.38   | 1 | — 12            | 15  | 28.6 | — 8.269  | + .447    | 18.38   | 1 |
| + .0035   | 18.38   | 1 | + 37            | 29  | 54.3 | — 7.465  | + .290    | 18.38   | 1 |
| + .0018   | 18.62   | 2 | + 9             | 26  | 22.6 | + .454   | + .415    | 18.62   | 2 |
| + .0021   | 18.61   | 1 | + 31            | 44  | 0.4  | + .961   | + .327    | 18.61   | 1 |



| No  | BD          | Grösse |      | Name         | Spektr. | $\alpha$ 1925.0                                   | Præc.    |
|-----|-------------|--------|------|--------------|---------|---|----------|
|     |             | BD     | Phtm |              |         |   |          |
| 251 | — 15° 4923  | 9.0    | —    | —            | —       | <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup> 3.37 | + 3.4462 |
| 252 | + 6° 3807   | 9.3    | —    | —            | —       | 25 27.67  | + 2.9271 |
| 253 | + 4° 3779   | 9.3    | var  | — Ophiuchi   | N       | 27 40.36  | + 2.9724 |
| 254 | + 8° 3780   |        | var  | X Ophiuchi   | Md8     | 34 45.90  | + 2.8691 |
| 255 | + 6° 3898   | 9.0    | —    | —            | R       | 38 18.30  | + 2.9169 |
| 256 | + 36° 3241  | 8.1    | —    | —            | —       | 39 52.41  | + 2.0863 |
| 257 | + 36° 3243  | 7.5    | var  | — Lyræ       | N       | 40 13.49  | + 2.0855 |
| 258 | — 5° 4760   |        | var  | R Scuti      | Pec.    | 43 28.72  | + 3.2058 |
| 259 | — 8° 4726   | 7.1    | var  | S Scuti      | N       | 46 15.76  | + 3.2567 |
| 260 | + 0° 4064   | 9.2    | var  | — Aquilæ     | (N)     | 53 43.74  | + 3.0647 |
| 261 | + 14° 3729  | 9.0    | var  | — Aquilæ     | (N)     | 55 6.74   | + 2.7429 |
| 262 | — 5° 4858   |        | var  | V Aquilæ     | Pec.    | 19 0 23.87  | + 3.2038 |
| 263 | + 67° 1124  |        | var  | U Draconis   | Md7     | 9 57.71   | + 0.0480 |
| 264 | — 16° 5272  | 6.8    | var  | — Sagittarii | N       | 14 51.92  | + 3.4368 |
| 265 | + 10° 3857  | 9.5    | —    | —            | K       | 14 58.89  | + 2.8411 |
| 266 | + 37° 3418a |        | var  | U Lyræ       | —       | 17 31.86  | + 2.0973 |
| 267 | — 10° 5057  | 7.0    | 7.04 | —            | R       | 19 1.61   | + 3.3138 |
| 268 | + 76° 734   | 6.5    | var  | — Draconis   | N       | 24 14.95  | + 2.0865 |
| 269 | + 45° 2906  | 8.6    | var  | — Cygni      | (N)     | 26 33.19  | + 1.7915 |
| 270 | + 45° 2913  |        | var  | AF Cygni     | Mc5     | 27 58.19  | + 1.7902 |
| 271 | — 16° 5360  | 7.2    | var  | — Sagittarii | N       | 30 1.17   | + 3.4394 |
| 272 | + 49° 3064  |        | var  | R Cygni      | Pec.    | 34 48.47  | + 1.6130 |
| 273 | + 9° 4205   |        | var  | RV Aquilæ    | Md3     | 37 8.34   | + 2.8634 |
| 274 | + 9° 4209   | 8.9    | —    | —            | —       | 37 32.17  | + 2.8646 |
| 275 | + 32° 3522  |        | var  | TT Cygni     | N       | 38 4.48   | + 2.3000 |
| 276 | + 48° 2942  |        | var  | RT Cygni     | Md5     | 41 30.14  | + 1.7034 |
| 277 | + 8° 4204   | 8.8    | —    | —            | —       | 41 41.87  | + 2.8984 |
| 278 | + 24° 3902  | 9.2    | —    | —            | (N)     | 47 2.69   | + 2.5232 |
| 279 | — 0° 3883   | 9.3    | —    | —            | R       | 53 47.33  | + 3.0720 |
| 280 | + 43° 3425  | 8.2    | var  | — Cygni      | N       | 54 47.12  | + 1.9385 |
| 281 | + 9° 4367   | 8.5    | —    | —            | —       | 57 8.20   | + 2.8828 |
| 282 | + 9° 4369   | 8.7    | var  | — Aquilæ     | N       | 57 27.76  | + 2.8819 |
| 283 | + 20° 4390  | 9.0    | —    | —            | —       | 59 5.82   | + 2.6303 |
| 284 | + 49° 3160a |        | var  | Z Cygni      | Md6     | 59 19.97  | + 1.6994 |
| 285 | + 20° 4394  | 9.4    | —    | —            | (N)     | 59 32.06  | + 2.6320 |
| 286 | + 20° 4406  | 7.5    | —    | —            | —       | 20 0 34.32  | + 2.6329 |
| 287 | + 36° 3852  |        | var  | AA Cygni     | —       | 1 41.33   | + 2.2169 |
| 288 | + 12° 4226  | 9.2    | —    | —            | —       | 3 12.22   | + 2.8137 |
| 289 | + 57° 2130  | 9.3    | —    | —            | —       | 3 31.80   | + 1.2569 |
| 290 | + 57° 2134  |        | var  | S Cygni      | —       | 3 55.94   | + 1.2557 |
| 291 | + 57° 2135  | 8.9    | —    | —            | —       | 3 56.33   | + 1.2549 |
| 292 | + 41° 3632  | 9.5    | —    | —            | (N)     | 7 8.45  | + 2.0759 |
| 293 | + 47° 3031  | 9.3    | var  | SV Cygni     | N       | 7 13.09   | + 1.8269 |
| 294 | + 47° 3034  | 9.5    | —    | —            | —       | 7 22.46   | + 1.8288 |
| 295 | + 15° 4079  | 9.4    | —    | —            | —       | 8 11.32   | + 2.7614 |
| 296 | + 12° 4261  | 9.0    | —    | —            | —       | 10 9.52   | + 2.8169 |
| 297 | + 8° 4383   | 8.7    | —    | —            | —       | 10 38.32  | + 2.8985 |
| 298 | + 38° 3957  |        | var  | RS Cygni     | N       | 10 40.24  | + 2.1779 |
| 299 | + 30° 3960a |        | var  | SX Cygni     | Md8     | 12 33.13  | + 2.4047 |
| 300 | + 37° 3875  | 9.1    | —    | —            | —       | 15 39.68  | + 2.2305 |

| Var. säc.    | Epok    | n  | δ 1925.0 |    |      | Præc.    | Var. säc. | Epok    | n  |
|--------------|---------|----|----------|----|------|----------|-----------|---------|----|
| <sup>s</sup> |         |    | °        | '  | "    | "        | "         |         |    |
| + .0002      | 1918.62 | 2  | — 15     | 38 | 37.9 | + 1.316  | + .501    | 1918.62 | 2  |
| + .0009      | 18.64   | 4  | + 6      | 15 | 42.0 | + 2.222  | + .423    | 18.64   | 4  |
| + .0006      | 18.66   | 7  | + 4      | 19 | 40.6 | + 2.415  | + .429    | 18.66   | 7  |
| + .0006      | 18.66   | 7  | + 8      | 46 | 2.8  | + 3.029  | + .413    | 18.66   | 7  |
| + .0003      | 18.66   | 7  | + 6      | 44 | 45.5 | + 3.335  | + .418    | 18.66   | 7  |
| + .0015      | 18.67   | 1  | + 36     | 51 | 7.1  | + 3.470  | + .298    | 18.67   | 1  |
| + .0015      | 18.65   | 5  | + 36     | 52 | 59.7 | + 3.500  | + .298    | 18.65   | 5  |
| — .0012      | 18.66   | 6  | — 5      | 47 | 12.2 | + 3.780  | + .457    | 18.66   | 6  |
| — .0016      | 18.67   | 5  | — 7      | 59 | 41.0 | + 4.019  | + .463    | 18.67   | 5  |
| — .0010      | 18.66   | 7  | + 0      | 21 | 18.8 | + 4.656  | + .433    | 18.66   | 7  |
| + .0004      | 18.76   | 2  | + 14     | 15 | 40.7 | + 4.774  | + .390    | 18.76   | 2  |
| — .0023      | 18.10   | 6  | — 5      | 47 | 49.7 | + 5.222  | + .449    | 18.10   | 6  |
| — .0213      | 18.65   | 4  | + 67     | 9  | 5.4  | + 6.025  | + .004    | 18.65   | 4  |
| — .0056      | 18.66   | 4  | — 16     | 2  | 44.3 | + 6.432  | + .472    | 18.66   | 4  |
| — .0005      | 18.75   | 1  | + 10     | 22 | 36.1 | + 6.442  | + .389    | 18.75   | 1  |
| + .0010      | 18.44   | 4  | + 37     | 44 | 9.8  | + 6.652  | + .286    | 18.44   | 4  |
| — .0046      | 19.12   | 3  | — 10     | 50 | 52.5 | + 6.776  | + .453    | 19.12   | 3  |
| — .1050      | 19.83   | 3  | + 76     | 24 | 42.6 | + 7.204  | — .287    | 19.83   | 3  |
| — .0001      | 18.13   | 10 | + 45     | 53 | 17.1 | + 7.391  | + .240    | 18.13   | 10 |
| — .0002      | 19.40   | 5  | + 45     | 59 | 22.0 | + 7.506  | + .238    | 19.40   | 5  |
| — .0071      | 18.66   | 3  | — 16     | 32 | 15.4 | + 7.672  | + .460    | 18.66   | 3  |
| — .0015      | 17.78   | 5  | + 50     | 1  | 50.2 | + 8.058  | + .212    | 17.78   | 5  |
| — .0010      | 18.76   | 2  | + 9      | 45 | 22.3 | + 8.244  | + .377    | 18.76   | 2  |
| — .0011      | 19.82   | 2  | + 9      | 42 | 26.1 | + 8.276  | + .377    | 19.82   | 2  |
| + .0012      | 18.17   | 9  | + 32     | 26 | 33.8 | + 8.318  | + .302    | 18.17   | 9  |
| — .0010      | 17.78   | 6  | + 48     | 35 | 50.0 | + 8.590  | + .221    | 17.78   | 6  |
| — .0014      | 18.71   | 5  | + 8      | 13 | 21.3 | + 8.606  | + .378    | 18.71   | 5  |
| + .0009      | 18.06   | 10 | + 24     | 43 | 59.0 | + 9.026  | + .325    | 18.06   | 10 |
| — .0035      | 18.77   | 1  | + 0      | 2  | 23.9 | + 9.548  | + .390    | 18.77   | 1  |
| + .0006      | 18.66   | 3  | + 44     | 3  | 31.7 | + 9.625  | + .244    | 18.66   | 3  |
| — .0015      | 17.77   | 3  | + 9      | 15 | 24.6 | + 9.805  | + .362    | 17.77   | 3  |
| — .0015      | 18.29   | 7  | + 9      | 18 | 25.1 | + 9.830  | + .362    | 18.29   | 7  |
| + .0005      | 18.46   | 3  | + 20     | 52 | 49.3 | + 9.954  | + .329    | 18.46   | 3  |
| — .0012      | 18.76   | 2  | + 49     | 50 | 0.2  | + 9.972  | + .210    | 18.76   | 2  |
| + .0005      | 18.81   | 6  | + 20     | 49 | 52.4 | + 9.987  | + .329    | 18.81   | 6  |
| + .0005      | 17.79   | 1  | + 20     | 50 | 18.3 | + 10.066 | + .328    | 17.79   | 1  |
| + .0015      | 18.86   | 3  | + 36     | 36 | 11.2 | + 10.150 | + .275    | 18.86   | 3  |
| — .0009      | 18.67   | 5  | + 12     | 43 | 12.2 | + 10.264 | + .348    | 18.67   | 5  |
| — .0075      | 19.81   | 1  | + 57     | 43 | 32.8 | + 10.289 | + .152    | 19.81   | 1  |
| — .0076      | 17.79   | 1  | + 57     | 46 | 10.0 | + 10.319 | + .152    | 17.79   | 1  |
| — .0076      | 18.36   | 7  | + 57     | 46 | 54.8 | + 10.319 | + .152    | 18.36   | 7  |
| + .0014      | 18.76   | 2  | + 41     | 16 | 18.5 | + 10.558 | + .253    | 18.76   | 2  |
| — .0001      | 18.55   | 8  | + 47     | 38 | 59.5 | + 10.564 | + .222    | 18.55   | 8  |
| — .0001      | 17.80   | 2  | + 47     | 37 | 9.5  | + 10.576 | + .222    | 17.80   | 2  |
| — .0003      | 19.83   | 3  | + 15     | 22 | 19.3 | + 10.636 | + .337    | 19.83   | 3  |
| — .0008      | 19.87   | 1  | + 12     | 47 | 55.1 | + 10.782 | + .342    | 19.87   | 1  |
| — .0017      | 19.82   | 2  | + 8      | 48 | 23.7 | + 10.817 | + .351    | 19.82   | 2  |
| + .0017      | 17.78   | 7  | + 38     | 30 | 5.5  | + 10.819 | + .262    | 17.78   | 7  |
| + .0018      | 19.87   | 4  | + 30     | 50 | 31.1 | + 10.958 | + .289    | 19.87   | 4  |
| + .0020      | 17.77   | 6  | + 37     | 13 | 5.5  | + 11.184 | + .265    | 17.77   | 6  |

| No  | BD          | Grösse |      | Name        | Spektr. | $\alpha$ 1925,0 |          |          | Præc.    |
|-----|-------------|--------|------|-------------|---------|-----------------|----------|----------|----------|
|     |             | BD     | Phtm |             |         | <i>h</i>        | <i>m</i> | <i>s</i> |          |
| 301 | + 37° 3876  |        | var  | WX Cygni    | N       | 20              | 15       | 45.94    | + 2.2309 |
| 302 | + 47° 3077  |        | var  | U Cygni     | Pec.    |                 | 17       | 16.92    | + 1.8617 |
| 303 | + 35° 4077  | 9.5    | —    | —           | (N)     |                 | 18       | 22.15    | + 2.2915 |
| 304 | + 37° 3903  | 9.4    | var  | — Cygni     | (N)     |                 | 18       | 50.79    | + 2.2362 |
| 305 | + 39° 4208  |        | var  | RW Cygni    | (N)     |                 | 26       | 7.03     | + 2.1803 |
| 306 | — 5° 5288   |        | var  | TZ Aquilæ   | Mc5     |                 | 26       | 21.22    | + 3.1668 |
| 307 | — 12° 5755  | 9.2    | —    | —           | R       |                 | 27       | 35.44    | + 3.3027 |
| 308 | + 32° 3850  | 9.1    | var  | AD Cygni    | N       |                 | 28       | 36.52    | + 2.3992 |
| 309 | + 16° 4290  |        | var  | Z Delphini  | Md4     |                 | 29       | 13.21    | + 2.7439 |
| 310 | + 26° 3937  |        | var  | V Vulpeculæ | —       |                 | 33       | 20.43    | + 2.5538 |
| 311 | + 68° 1140  | 8.8    | —    | —           | Ma      |                 | 36       | 15.87    | + 0.4662 |
| 312 | + 54° 2398  | 9.2    | —    | —           | K5      |                 | 38       | 50.03    | + 1.5966 |
| 313 | + 16° 4350  | 8.3    | —    | —           | —       |                 | 39       | 36.30    | + 2.7627 |
| 314 | — 5° 5358   | 8.9    | —    | —           | —       |                 | 40       | 19.60    | + 3.1632 |
| 315 | + 15° 4242  | 9.1    | —    | —           | —       |                 | 41       | 29.24    | + 2.7784 |
| 316 | — 4° 5257   | 8.3    | —    | —           | —       |                 | 42       | 49.66    | + 3.1495 |
| 317 | + 1° 4359   | var    | var  | V Aquarii   | —       |                 | 43       | 1.96     | + 3.0346 |
| 318 | + 44° 3571a | var    | var  | RR Cygni    | (N)     |                 | 43       | 28.73    | + 2.0765 |
| 319 | + 45° 3271  | 8.8    | 8.91 | —           | (N)     |                 | 44       | 17.41    | + 2.0377 |
| 320 | + 32° 3954  | 9.4    | —    | —           | (N)     |                 | 46       | 14.27    | + 2.4247 |
| 321 | — 5° 5393   | 8.3    | —    | —           | —       |                 | 46       | 22.99    | + 3.1672 |
| 322 | + 46° 3078? | 9.5    | —    | —           | —       |                 | 49       | 13.26    | + 2.0102 |
| 323 | + 17° 4452  |        | var  | X Delphini  | Md6     |                 | 51       | 26.58    | + 2.7667 |
| 324 | + 45° 3349  |        | var  | AZ Cygni    | —       |                 | 55       | 24.17    | + 2.0687 |
| 325 | — 0° 4154   | 9.5    | —    | —           | —       | 21              | 1        | 38.07    | + 3.0806 |
| 326 | + 20° 4826  | 8.0    | —    | —           | —       |                 | 2        | 7.25     | + 2.7242 |
| 327 | — 17° 6181  |        | var  | RS Capric.  | —       |                 | 3        | 4.26     | + 3.3529 |
| 328 | —           | —      | var  | — Pegasi?   | Md      |                 | 5        | 26.38    | + 2.8133 |
| 329 | + 67° 1291  |        | var  | T Cephei    | Md9     |                 | 8        | 33.08    | + 0.8018 |
| 330 | + 12° 4572  | 9.0    | —    | —           | —       |                 | 9        | 18.45    | + 2.8720 |
| 331 | + 12° 4573a |        | var  | R Equulei   | Md5     |                 | 9        | 36.09    | + 2.8724 |
| 332 | + 41° 4114  | 8.8    | var  | YY Cygni    | (N)     |                 | 19       | 36.39    | + 2.2958 |
| 333 | + 61° 2134  | 8.8    | —    | —           | (N)     |                 | 23       | 55.56    | + 1.4738 |
| 334 | + 49° 3535  | 9.4    | —    | —           | (N)     |                 | 26       | 42.00    | + 2.0850 |
| 335 | + 47° 3429  | 9.5    | —    | —           | (N)     |                 | 26       | 59.01    | + 2.1463 |
| 336 | + 50° 3352  | 9.5    | —    | —           | (N)     |                 | 27       | 47.99    | + 2.0455 |
| 337 | + 17° 4607  | 9.3    | —    | —           | (N)     |                 | 31       | 38.84    | + 2.8114 |
| 338 | + 60° 2267  | 9.5    | —    | —           | N       |                 | 33       | 10.33    | + 1.6571 |
| 339 | + 53° 2684  |        | var  | RU Cygni    | Md?     |                 | 38       | 8.52     | + 2.0062 |
| 340 | + 34° 4500  | 6.2    | var  | — Pegasi    | N       |                 | 38       | 51.20    | + 2.5289 |
| 341 | + 37° 4407  |        | var  | RV Cygni    | N       |                 | 40       | 10.04    | + 2.4816 |
| 342 | + 53° 2692  | 9.5    | —    | —           | (N)     |                 | 41       | 24.97    | + 2.0178 |
| 343 | + 53° 2693  | 9.2    | —    | —           | (N)     |                 | 41       | 30.25    | + 2.0520 |
| 344 | + 52° 3036  | 9.3    | —    | —           | (N)     |                 | 44       | 32.70    | + 2.1084 |
| 345 | —           |        | var  | WY Cygni    | —       |                 | 45       | 44.73    | + 2.3618 |
| 346 | + 49° 3673  | 9.1    | 9.77 | —           | (N)     |                 | 52       | 26.45    | + 2.2273 |
| 347 | + 22° 4508  |        | var  | RX Pegasi   | N       |                 | 52       | 53.51    | + 2.7812 |
| 348 | + 5° 4928   |        | var  | V Pegasi    | Md4     |                 | 57       | 17.28    | + 3.0040 |
| 349 | + 20° 5071  | 8.7    | —    | —           | R       | 22              | 0        | 53.05    | + 2.8222 |
| 350 | + 32° 4335  |        | var  | RZ Pegasi   | —       |                 | 2        | 34.30    | + 2.6451 |



| Var. säc.    | Epok    | n | $\delta$ 1925.0 |    |      | Præc.    | Var. säc. | Epok    | n |
|--------------|---------|---|-----------------|----|------|----------|-----------|---------|---|
| <sup>s</sup> |         |   | °               | '  | "    | "        | "         |         |   |
| + .0020      | 1917.81 | 1 | + 37            | 12 | 53.7 | + 11.192 | + .265    | 1917.81 | 1 |
| + .0002      | 18.68   | 4 | + 47            | 39 | 25.6 | + 11.302 | + .221    | 18.68   | 4 |
| + .0020      | 19.86   | 3 | + 35            | 22 | 54.9 | + 11.380 | + .270    | 19.86   | 3 |
| + .0021      | 19.83   | 3 | + 37            | 17 | 34.9 | + 11.414 | + .264    | 19.83   | 3 |
| + .0022      | 19.21   | 9 | + 39            | 43 | 52.7 | + 11.931 | + .250    | 19.21   | 9 |
| — .0060      | 18.75   | 1 | — 5             | 0  | 23.6 | + 11.948 | + .366    | 18.75   | 1 |
| — .0089      | 19.84   | 2 | — 12            | 8  | 17.8 | + 12.035 | + .379    | 19.84   | 2 |
| + .0023      | 18.68   | 4 | + 32            | 18 | 37.6 | + 12.106 | + .274    | 18.68   | 4 |
| + .0002      | 19.87   | 4 | + 17            | 11 | 45.0 | + 12.148 | + .313    | 19.87   | 4 |
| + .0019      | 18.70   | 7 | + 26            | 20 | 34.0 | + 12.433 | + .286    | 18.70   | 7 |
| — .0363      | 19.87   | 4 | + 68            | 17 | 42.1 | + 12.633 | + .047    | 19.87   | 4 |
| — .0028      | 18.72   | 5 | + 55            | 8  | 48.9 | + 12.806 | + .173    | 18.72   | 5 |
| + .0003      | 19.83   | 1 | + 16            | 49 | 55.6 | + 12.858 | + .303    | 19.83   | 1 |
| — .0063      | 19.88   | 1 | — 5             | 3  | 17.3 | + 12.906 | + .348    | 19.88   | 1 |
| + .0001      | 19.86   | 2 | + 16            | 7  | 44.3 | + 12.984 | + .304    | 19.86   | 2 |
| — .0061      | 18.68   | 3 | — 4             | 19 | 53.4 | + 13.073 | + .343    | 18.68   | 3 |
| — .0038      | 18.76   | 2 | + 2             | 9  | 42.8 | + 13.087 | + .330    | 18.76   | 2 |
| + .0027      | 19.84   | 2 | + 44            | 35 | 38.5 | + 13.116 | + .223    | 19.84   | 2 |
| + .0024      | 19.87   | 3 | + 45            | 46 | 33.9 | + 13.170 | + .218    | 19.87   | 3 |
| + .0031      | 18.69   | 6 | + 32            | 57 | 2.5  | + 13.298 | + .259    | 18.69   | 6 |
| — .0066      | 19.88   | 1 | — 5             | 23 | 48.6 | + 13.307 | + .340    | 19.88   | 1 |
| + .0025      | 19.84   | 4 | + 47            | 4  | 26.1 | + 13.492 | + .211    | 19.84   | 4 |
| + .0006      | 18.72   | 5 | + 17            | 21 | 18.9 | + 13.635 | + .291    | 18.72   | 5 |
| + .0034      | 18.68   | 5 | + 46            | 10 | 33.3 | + 13.887 | + .211    | 18.68   | 5 |
| — .0048      | 19.86   | 2 | — 0             | 28 | 43.2 | + 14.275 | + .309    | 19.86   | 2 |
| + .0017      | 19.88   | 1 | + 20            | 25 | 37.9 | + 14.304 | + .272    | 19.88   | 1 |
| — .0123      | 18.78   | 6 | — 16            | 43 | 26.6 | + 14.362 | + .335    | 18.78   | 6 |
| + .0006      | 19.84   | 2 | + 15            | 43 | 4.0  | + 14.506 | + .277    | 19.84   | 2 |
| — .0298      | 19.11   | 4 | + 68            | 11 | 6.7  | + 14.693 | + .074    | 19.11   | 4 |
| — .0003      | 19.26   | 2 | + 12            | 29 | 51.8 | + 14.738 | + .277    | 19.26   | 2 |
| — .0003      | 18.68   | 3 | + 12            | 29 | 31.6 | + 14.755 | + .278    | 18.68   | 3 |
| + .0061      | 18.77   | 6 | + 42            | 4  | 30.6 | + 15.333 | + .209    | 18.77   | 6 |
| — .0056      | 18.73   | 7 | + 62            | 14 | 54.6 | + 15.574 | + .128    | 18.73   | 7 |
| + .0060      | 19.84   | 4 | + 50            | 0  | 25.3 | + 15.725 | + .182    | 19.84   | 4 |
| + .0064      | 19.27   | 7 | + 48            | 14 | 9.3  | + 15.741 | + .187    | 19.17   | 6 |
| + .0058      | 18.68   | 3 | + 51            | 16 | 48.0 | + 15.785 | + .177    | 18.68   | 3 |
| + .0022      | 18.83   | 4 | + 17            | 58 | 15.9 | + 15.990 | + .240    | 18.83   | 4 |
| — .0005      | 19.85   | 5 | + 60            | 34 | 8.4  | + 16.070 | + .138    | 19.85   | 5 |
| + .0064      | 18.77   | 7 | + 53            | 59 | 0.6  | + 16.326 | + .163    | 18.77   | 7 |
| + .0071      | 19.17   | 3 | + 35            | 10 | 2.5  | + 16.362 | + .206    | 19.17   | 3 |
| + .0076      | 19.21   | 3 | + 37            | 40 | 26.1 | + 16.428 | + .200    | 19.21   | 3 |
| + .0070      | 19.84   | 1 | + 54            | 14 | 30.3 | + 16.490 | + .160    | 19.84   | 1 |
| + .0074      | 18.74   | 4 | + 53            | 21 | 30.3 | + 16.495 | + .163    | 18.74   | 4 |
| + .0083      | 18.88   | 9 | + 52            | 19 | 46.5 | + 16.644 | + .164    | 18.88   | 9 |
| + .0091      | 19.85   | 5 | + 43            | 54 | 0.3  | + 16.703 | + .183    | 19.85   | 5 |
| + .0101      | 19.40   | 9 | + 50            | 8  | 28.6 | + 17.019 | + .164    | 19.40   | 9 |
| + .0047      | 18.92   | 5 | + 22            | 30 | 17.4 | + 17.040 | + .206    | 18.92   | 5 |
| — .0013      | 18.68   | 4 | + 5             | 45 | 30.8 | + 17.239 | + .216    | 18.68   | 4 |
| + .0047      | 19.40   | 9 | + 20            | 41 | 19.4 | + 17.398 | + .197    | 19.40   | 9 |
| + .0087      | 18.90   | 1 | + 33            | 8  | 29.0 | + 17.471 | + .182    | 18.90   | 1 |

| No  | BD         | Grösse |      | Name        | Spektr. | $\alpha$ 1925.0                                   | Præc.    |
|-----|------------|--------|------|-------------|---------|---|----------|
|     |            | BD     | Phtn |             |         |   |          |
| 351 | + 11° 4735 | 8.5    | —    | —           | —       | <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> 48.41 | + 2.9344 |
| 352 | + 11° 4757 | 8.7    | —    | —           | —       | 10 30.74  | + 2.9385 |
| 353 | + 12° 4801 | —      | var  | TX Pegasi   | —       | 14 38.12  | + 2.9334 |
| 354 | + 15° 4642 | 9.0    | 8.97 | —           | K5      | 20 55.67  | + 2.9147 |
| 355 | + 39° 4851 | —      | var  | S Lacertæ   | Md8     | 25 43.67  | + 2.6256 |
| 356 | + 65° 1770 | 9.0    | —    | —           | Ma      | 25 47.70  | + 1.8704 |
| 357 | —          | —      | var  | SS Pegasi   | Md8     | 30 24.78  | + 2.8442 |
| 358 | + 51° 3420 | —      | var  | RZ Lacertæ  | —       | 32 37.83  | + 2.4282 |
| 359 | + 60° 2432 | 8.9    | —    | —           | N       | 41 21.72  | + 2.2505 |
| 360 | + 54° 2863 | 9.5    | —    | —           | Ma      | 44 38.14  | + 2.4619 |
| 361 | + 53° 3032 | 8.0    | —    | —           | —       | 52 42.66  | + 2.5434 |
| 362 | + 53° 3033 | 9.1    | —    | —           | N       | 52 55.82  | + 2.5455 |
| 363 | + 45° 4121 | 9.5    | var  | —           | (N)     | 58 25.51  | + 2.7121 |
| 364 | + 9° 5158  | —      | var  | R Pegasi    | Md8     | 23 2 52.93  | + 3.0139 |
| 365 | + 58° 2560 | —      | var  | V Cassiop.  | Md7     | 8 26.83   | + 2.5710 |
| 366 | + 40° 5023 | 8.0    | —    | —           | —       | 10 22.09  | + 2.8285 |
| 367 | + 40° 5026 | —      | var  | TY Androm.  | Md6     | 11 11.18  | + 2.8325 |
| 368 | + 9° 5191  | 8.5    | —    | —           | —       | 13 0.83   | + 3.0239 |
| 369 | + 25° 4916 | 9.4    | —    | —           | —       | 15 25.42  | + 2.9476 |
| 370 | + 8° 5047a | —      | var  | S Pegasi    | Md8     | 16 44.95  | + 3.0353 |
| 371 | + 58° 2586 | 9.0    | —    | —           | A       | 20 30.63  | + 2.6950 |
| 372 | + 58° 2587 | 9.0    | —    | —           | —       | 20 53.60  | + 2.6982 |
| 373 | + 48° 4048 | 9.4    | —    | —           | —       | 22 59.66  | + 2.8249 |
| 374 | + 48° 4051 | 9.3    | —    | —           | N       | 23 24.50  | + 2.8275 |
| 375 | + 31° 4938 | 8.9    | —    | —           | —       | 32 25.73  | + 2.9714 |
| 376 | + 34° 4974 | —      | var  | ST Androm.  | N       | 35 1.84   | + 2.9697 |
| 377 | + 51° 3676 | —      | var  | SV Cassiop. | Mc.     | 35 23.70  | + 2.8905 |
| 378 | — 16° 6352 | —      | var  | R Aquarii   | Md8     | 39 56.52  | + 3.1056 |
| 379 | + 2° 4709  | 6.2    | var  | 19 Piscium  | N       | 42 33.52  | + 3.0674 |
| 380 | + 5° 5223  | 8.7    | —    | —           | R       | 45 15.47  | + 3.0638 |
| 381 | + 46° 4187 | —      | var  | TZ Androm.  | Mc5     | 47 6.51   | + 2.9920 |
| 382 | + 46° 4191 | 7.2    | —    | —           | —       | 47 47.63  | + 2.9963 |
| 383 | — 16° 6379 | —      | var  | Z Aquarii   | Md3     | 48 22.79  | + 3.0926 |
| 384 | + 60° 2632 | 9.1    | —    | —           | —       | 48 57.30  | + 2.9587 |
| 385 | + 60° 2634 | 9.0    | var  | — Cassiop.  | Mc      | 49 12.76  | + 2.9613 |
| 386 | + 47° 4318 | —      | var  | RS Androm.  | Md8     | 51 34.34  | + 3.0178 |
| 387 | + 52° 3563 | 7.5    | —    | —           | —       | 52 43.64  | + 3.0159 |
| 388 | + 50° 4202 | —      | var  | R Cassiop.  | Md8     | 54 35.58  | + 3.0339 |
| 389 | + 25° 5054 | —      | var  | Z Pegasi    | Md?     | 56 16.35  | + 3.0625 |
| 390 | + 59° 2806 | 9.0    | —    | —           | —       | 56 28.90  | + 3.0374 |
| 391 | + 59° 2810 | 7.8    | var  | — Cassiop.  | N       | 57 25.70  | + 3.0469 |

| Var. sac. | Epok    | n  | $\delta$ 1952.0 |          |          | Præc.    | Var. sac. | Epok    | n  |
|-----------|---------|----|-----------------|----------|----------|----------|-----------|---------|----|
| <i>s</i>  |         |    | <i>o</i>        | <i>'</i> | <i>"</i> | <i>"</i> | <i>"</i>  |         |    |
| + .0015   | 1919.85 | 4  | + 12            | 8        | 1.0      | + 17.566 | + .198    | 1919.85 | 4  |
| + .0019   | 18.73   | 6  | + 12            | 19       | 56.3     | + 17.800 | + .189    | 18.73   | 6  |
| + .0025   | 19.85   | 3  | + 13            | 13       | 57.7     | + 17.963 | + .182    | 19.85   | 3  |
| + .0039   | 19.01   | 9  | + 15            | 46       | 10.3     | + 18.201 | + .171    | 19.01   | 9  |
| + .0136   | 18.55   | 8  | + 39            | 55       | 53.3     | + 18.373 | + .145    | 18.66   | 7  |
| + .0109   | 18.74   | 5  | + 66            | 3        | 21.1     | + 18.375 | + .101    | 18.74   | 5  |
| + .0080   | 19.85   | 5  | + 24            | 10       | 40.1     | + 18.533 | + .150    | 19.85   | 5  |
| + .0185   | 18.90   | 2  | + 52            | 21       | 18.5     | + 18.606 | + .125    | 18.90   | 2  |
| + .0220   | 18.22   | 18 | + 61            | 20       | 4.4      | + 18.876 | + .103    | 18.22   | 18 |
| + .0222   | 18.26   | 17 | + 54            | 45       | 44.3     | + 18.971 | + .107    | 18.25   | 17 |
| + .0241   | 18.19   | 6  | + 53            | 51       | 8.0      | + 19.187 | + .099    | 18.19   | 6  |
| + .0242   | 18.18   | 9  | + 53            | 49       | 43.2     | + 19.193 | + .099    | 18.18   | 9  |
| + .0212   | 18.39   | 12 | + 45            | 28       | 56.7     | + 19.326 | + .097    | 18.39   | 12 |
| + .0038   | 18.00   | 3  | + 10            | 8        | 16.0     | + 19.426 | + .100    | 18.00   | 3  |
| + .0323   | 17.79   | 5  | + 59            | 17       | 31.7     | + 19.540 | + .075    | 17.79   | 5  |
| + .0202   | 18.01   | 1  | + 40            | 23       | 27.3     | + 19.577 | + .080    | 18.01   | 1  |
| + .0202   | 19.01   | 9  | + 40            | 23       | 8.5      | + 19.592 | + .079    | 19.01   | 9  |
| + .0044   | 18.21   | 12 | + 10            | 11       | 23.3     | + 19.625 | + .081    | 18.21   | 12 |
| + .0125   | 19.84   | 3  | + 25            | 51       | 38.5     | + 19.667 | + .074    | 19.84   | 3  |
| + .0038   | 18.78   | 5  | + 8             | 30       | 29.8     | + 19.689 | + .074    | 18.48   | 4  |
| + .0365   | 18.92   | 8  | + 58            | 45       | 47.7     | + 19.748 | + .059    | 18.92   | 8  |
| + .0366   | 19.86   | 2  | + 58            | 47       | 46.9     | + 19.754 | + .059    | 19.86   | 2  |
| + .0284   | 18.28   | 5  | + 49            | 5        | 5.8      | + 19.784 | + .058    | 17.89   | 4  |
| + .0286   | 18.66   | 13 | + 49            | 6        | 12.9     | + 19.790 | + .057    | 18.73   | 12 |
| + .0179   | 18.93   | 2  | + 32            | 18       | 25.2     | + 19.900 | + .043    | 18.93   | 2  |
| + .0202   | 19.60   | 3  | + 35            | 21       | 25.5     | + 19.926 | + .038    | 19.60   | 3  |
| + .0338   | 19.66   | 6  | + 51            | 50       | 48.6     | + 19.929 | + .037    | 19.66   | 6  |
| + .0079   | 18.90   | 10 | + 15            | 42       | 0.4      | + 19.968 | + .031    | 18.90   | 10 |
| + .0024   | 18.36   | 13 | + 3             | 4        | 14.1     | + 19.987 | + .026    | 18.36   | 13 |
| + .0042   | 18.72   | 10 | + 5             | 57       | 55.4     | + 20.003 | + .020    | 18.72   | 10 |
| + .0315   | 18.83   | 6  | + 47            | 5        | 26.0     | + 20.013 | + .016    | 18.83   | 6  |
| + .0317   | 17.79   | 1  | + 47            | 4        | 14.5     | + 20.016 | + .015    | 17.79   | 1  |
| + .0075   | 18.94   | 4  | + 16            | 16       | 17.3     | + 20.019 | + .014    | 18.94   | 4  |
| + .0502   | 19.88   | 1  | + 60            | 34       | 34.9     | + 20.021 | + .013    | 19.88   | 1  |
| + .0505   | 18.79   | 7  | + 60            | 35       | 6.0      | + 20.022 | + .013    | 18.79   | 7  |
| + .0336   | 18.95   | 9  | + 48            | 13       | 15.7     | + 20.031 | + .008    | 18.95   | 9  |
| + .0401   | 17.97   | 1  | + 53            | 17       | 43.2     | + 20.035 | + .005    | 17.97   | 1  |
| + .0375   | 19.83   | 3  | + 50            | 58       | 14.5     | + 20.039 | + .001    | 19.83   | 3  |
| + .0158   | 17.94   | 7  | + 25            | 28       | 8.5      | + 20.042 | + .002    | 17.94   | 7  |
| + .0521   | 18.90   | 1  | + 59            | 55       | 58.4     | + 20.042 | + .002    | 18.90   | 1  |
| + .0524   | 18.48   | 6  | + 59            | 56       | 16.2     | + 20.043 | + .004    | 18.48   | 6  |



(Ausgedruckt am 20. April 1922.)

## Kungl. Fysiografiska Sällskapets i Lund sammanträden under arbetsåret 1920—1921.

1920, d. 13 oktober.

Herr MURBECK höll föredrag: »Ett bidrag till ökenörternas biologi; Synaptospermierna».

Herr BROMAN höll föredrag: »Om rudiment av parietalöga hos människofoster».

1920, d. 3 november.

Herr BORELIUS höll föredrag: »Om plastiskt nybildad matstrupe i ersättning för den av lut förbrända», med demonstration av patienten.

Herr SIEGBAHN höll föredrag: »Om röntgenstrålarnas förhållande gentemot kristalliserade ämnen» och

Herr GRÖNWALL: »Om praktiska tillämpningen därav på mineralogien»; båda i samband med anmälan av en avhandling av docent A. HADDING: »Röntgenographische Feldspat-Untersuchungen». (Tryckt i Sällskap:s Handlingar Bd 32 Nr 6.)

Herr CHARLIER: »Om Einsteins relativitetsteori».

1920, d. 2 december. Sällskapets årshögtid.

Sekreteraren Herr FÜRST avgav berättelse om Sällskapets verksamhet under det förflutna året.

Ordföranden Herr BROMAN överlämnade »minnesmedaljen i guld för botanisk forskning instiftad till professor Bengt Jönssons minne» åt professor Svante Murbeck för »hans särdeles förtjänstfulla undersökningar över blommans morfologi».

Ordföranden Herr BROMAN höll föredrag: »Har härstamningsläran vederlagts av den experimentella ärftlighetsforskningen».

1921, d. 9 februari.

Herr GRÖNWALL höll föredrag: »Om Alfred Nathorsts vetenskapliga verksamhet».

Herr THUNBERG höll föredrag: »Om de fysiologiska oxidationsföreteelserna».

Herr WALLENGREN refererade fil. lic. H. Nordqvists avhandling: »Om zooplankton i dammar». (Tryckt i Sällskap:s Handlingar Bd 32 Nr 5.)

1921, d. 9 mars.

Herr BÄCKLUND höll föredrag: »Om Einsteins insats i gravitationsteorien».

Herr BROMAN höll föredrag: »Om uppkomsten av känselhår och mjölkkörtlar från sidolinjeorganet».

Herr FÜRST höll föredrag och demonstrerade dels ett skelettfynd från stenåldern från Rolfsåker i Halland och dels skeletten från en grav i Varnhems klosterkyrka, som ej osannolikt är Birger Jarls grav.

1921, d. 13 april.

Herr K. PETRÉN höll föredrag: »Mina erfarenheter om grava diabetesfall» (beträffande kväveminimum och andra spørsmål).

Herr WALLENGREN refererade tvänne arbeten av docenten E. Naumann om »Sötvattensorganismernas ökologi» och om »Undersökningar över fytoplankton i dammar vid Aneboda fiskeriförsöksstation». Det förra tryckt i Sällskap:s Handlingar Bd 32 Nr 8 under titel, »Einige Grundlinien der regionalen Limnologie».

Herr BRODÉN höll föredrag och refererade sitt arbete: »Über verschiedene Gesichtspunkten bei der Grundlegung der mathematischen Analysis». (Tryckt i Sällskap:s Handlingar Bd 32 Nr 7).

1921, d. 25 maj (på Alnarp).

Herr ROSENGREN höll föredrag: »Om grunderna för de olika ostsorternas framställningssätt».

Herr M. WEIBULL höll föredrag: »Om norsk natronsalpeter».

---

Under Fysiografiska Sällskapets arbetsår 1920—1921 hava fungerat såsom

*Ordförande* professor IVAR BROMAN,

*Sekreterare* professor emeritus CARL M. FÜRST,

*Skattnästare* professor GUSTAF AHLSTRÖM,

*Redaktör för Sällskapets Handlingar* professor HANS WALLENGREN.

---



**Bd 13** (FSH Bd 28. 1917). *Hadding, A.*, Iakttagelser över melafyrerna i Tolångatrakten. — *Frödin, J.*, Studier över skogsgränserna i norra delen av Lule Lappmark. — *Jönsson, A.*, Über die Rotation des Mondes. — *Böös, G.*, Über Parthenogenesis in der Gruppe Aphanes der Gattung Alchemilla nebst einigen im Zusammenhang damit stehenden Fragen. — *Charlier, C. V. L.*, Statistical mechanics based on the law of Newton. — *Lundegårdh, H.*, Die Ursachen der Plagiotropie und die Reizbewegungen der Nebenwurzeln. I. — *Ribbing, L.*, Kleinere Muskelstudien. VI—X. — *Brodén, T.*, Ist das sogenannte Continuumproblem überhaupt mit endlichen Mitteln lösbar? — *Kurck, C.*, Den forntida utbredningen af kärrsköldpaddan, *Emys orbicularis* (Lin.), i Sverige, Danmark och angränsande länder.

**Bd 14: 1** (FSH Bd 29: 1. 1918). *Borelius, J.*, Malmöhus läns lasarett i Lund 1768—1918. De äldre lasarettbyggnadernas historia. — *Essen-Möller, E.*, Anteckningar om artis obstetriciæ professionen i Lund 1783—1918. — *Fürst, C. M.*, Professorn i fysiologi vid Lunds universitet Magnus Blix' hjärna. — *Broman, I.*, Om Jacobsonska organets konstruktion och funktion. — *Thunberg, T.*, Till frågan om s. k. luftfysiologisk kompensation. — *Bang, I.*, Blutuntersuchungen an pancreasdiabetischen Hunden. — *Overton, E.*, Untersuchungen über die Resorption und die relative Stärke einiger Herzgifte. Nebst einleitenden Versuchen mit Salzen der Alkalien und Erdalkalien. — *Forssman, J.*, Pathogena bakteriers, infektioners och vissa epidemiers beroende af främmande bakterier. — *Petrén, K.*, Sur la question de la polynévrite syphilitique ou mercurielle. Observation d'un cas mortel. — *Sjövall, E.*, Om hjärnsvullnad och dess förekomst vid hjärnskakning. — *Olow, J.*, Om de kirurgiska metoderna för vidgning af cervikalkanalen och modernunnen under hafvandeskap och förlossning. En studie öfver det vaginala kejsarsnittet och de djupa portioincisionerna. — *Ask, F.*, Bidrag till kännedomen om närsynthetens förekomst och grad samt om synskärpan vid närsynthet särskilt hos akademiska medborgare. — *Bäcklund, A. V.*, Ein Satz von Weingarten über auf einander abwickelbare Flächen. — *Brodén, T.*, Über die finite und die transfinite mathematische Induktion. — *Nörlund, N. E.*, Sur le calcul aux différences finies. — *Ekman, V. W.*, Eine analytische Eigenschaft der Stromlinien bei langsamen Flüssigkeitsbewegungen in der Ebene. — *Borelius, G.*, Thermoelektrische Gesetzmässigkeiten bei Legierungen. — *Wicksell, S. D.*, Das Heiratsalter in Schweden 1891—1910. Eine korrelationsstatistische Untersuchung. — *Charlier, C. V. L.*, Stellar clusters and related celestial phenomena. — *Gyllenberg, W.*, Sur la réduction des clichés astrophotographiques et la conversion des mesures en *AR* et *D*.

**Bd 14: 2** (FSH Bd 29: 2. 1918). *Ramberg, L.*, Arseniksyras och arseniksyrlighets elektrolytiska reduktion till arsenikväte vid katoder av olika metaller. — *Smith, L.*, Über die Konstitution der Isatropasäuren. — *Hadding, A.*, Några Luediagram av fältspat. — *Frödin, J.*, Über das Verhältnis zwischen Vegetation und Erdfließen in den alpinen Regionen des schwedischen Lappland. — *Murbeck, S.*, Über staminale Pseudapetalie und deren Bedeutung für die Frage nach der Herkunft der Blütenkrone. — *Gertz, O.*, Skånes zoocecidier. Ett bidrag till kännedomen om Sveriges gallbildande flora och fauna. — *Lundegårdh, H.*, Das geotropische Verhalten der Seitensprosse. Zugleich ein Beitrag zum Epinastieproblem und zur kausalen Morphologie. — *Heribert-Nilsson, N.*, Experimentelle Studien über Variabilität, Spaltung, Artbildung und Evolution in der Gattung *Salix*. — *Carlgrén, O.*, Die Mesenterienanordnung der Halcuriiden. — Biologisch-faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. IV. Die Infusoriengattungen *Lembus* Cohn und *Plagiopyla* Stein, von *H. Wallengren*. — *Naumann, E.*, Über die natürliche Nahrung des limnischen Zooplanktons. Ein Beitrag zur Kenntnis des Stoffhaushalts im Süßwasser. — *Bengtsson, S.*, Braconologische Beiträge.

**Bd 15** (FSH Bd 30. 1919). *Lundegårdh, H.*, Die Ursachen der Plagiotropie und die Reizbewegungen der Nebenwurzeln. II. — *Stadler, S.*, Sur les systèmes d'équations aux différences finies linéaires et homogènes. — *Troedsson, G. T.*, Om Skånes brachiopodskiffer. — *Dahlgren, T.*, Sur le théorème de condensation de Cauchy. — *Westerlund, A.*, Om hästens ileo-ceko-koliska tarmområde. — *Möller, E.*, Optiskt aktiva  $\alpha_1$ -dimetylglutarsyror. — *Weibull, M.*, Biologiskt-botaniska undersökningar af Öresund. I. Studier öfver svensk tång, företrädesvis från Öresund. — *Gertz, O.*, Studier öfver klyföppningarnas morfologi med särskild hänsyn till deras patologiska utbildningsformer. — *Häggqvist, G.*, Epidermisstudier. 1. De Langerhans'ska cellerna. 2. Om den vitala metylenblåfärgningen av epidermis. — *Murbeck, S.*, Beiträge zur Biologie der Wüstenpflanzen. I. Vorkommen und Bedeutung von Schleimabsonderung aus Samenhüllen.

**Bd 16** (FSH Bd 31. 1920). *Funkquist, H. P. A.*, Asaphusregionens omfattning i sydöstra Skåne och på Bornholm. — *Turesson, G.*, The cause of plagiotropy in maritime shore plants. — *Nörlund, N. E.*, Sur une application des fonctions permutables. — *Essen-Möller, E.*, Om kajsarsnittets ställning inom den nutida förlossningskonsten. — *Johansson, B.*, Der Gaswechsel bei *Tenebrio molitor* in seiner Abhängigkeit von der Nahrung. — Biologisch-faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. V. Polychæta, von *A. Eliason*. — *Sjöstedt, G.*, Algologiska studier vid Skånes södra och östra kust. — *Gyllenberg, W.*, Über die Intensitätsverteilung im Spektrum des  $\delta$ -Cephei-Veränderlichen *S Sagittae*. — *Tandberg, J. G.*, Die Triewaldsche Sammlung am physikal. Institut der Universität zu Lund und die Original-Luftpumpe Guericke's. — *Leche, W.*, Morphologisch-geographische Formenreihen bei den Säugtieren. — *Bäcklund, A. V.*, Zur Transformationstheorie partieller Differentialgleichungen zweiter Ordnung.

Bilaga till varje band: »Fysiografiska Sällskapets sammanträden».

# Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 17.

K. Fysiografiska Sällskapets Handlingar. N. F. Bd 32.

Pris kr. 35:00.

## Innehåll:

1. MURBECK, SV., Beiträge zur Biologie der Wüstenpflanzen. II. Die Synaptospermie. Kr. 6: 50.
2. ARWIN, A., Die Kongruenzen  $(\lambda + 1)^p - \lambda^p - 1 \equiv 0 \pmod{p^v}$  und die Natur ihrer Lösungen. Kr. 4: 50.
3. TROEDSSON, GUSTAF T., Bidrag till kännedom om Västergötlands yngsta ordovicium jämte ett försök till parallellisering av de ordovicisk-gotlandiska gränslagren i Sverige och N. Amerika. Kr. 1: 75.
4. NAUMANN, EINAR, Spezielle Untersuchungen über die Ernährungsbiologie des tierischen Limnoplanktons. I. Über die Technik des Nahrungserwerbs bei den Cladoceren und ihre Bedeutung für die Biologie der Gewässertypen. Kr. 3: 00.
5. NORDQVIST, HARALD, Studien über das Teichzooplankton. Kr. 9: 50.
6. HADDING, ASSAR, Röntgenographische Untersuchung von Feldspat. Kr. 4: 00.
7. BRODÉN, T., Über verschiedene Gesichtspunkte bei der Grundlegung der mathematischen Analysis. Kr. 1: 25.
8. NAUMANN, EINAR, Einige Grundlinien der regionalen Limnologie. Kr. 2: 00.
9. MURBECK, SV., Sur quelques espèces nouvelles ou critiques des genres *Celsia* et *Onopordon*. Kr. 4: 00.
10. Biologisch-faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. VI. Über *Cossura longocirrata* Webster und Benedict und über die Röhren von *Disoma multisetosum* Örsted, von GUSTAV THULIN. Kr. 2: 50.
11. GYLLENBERG, W., Meridianbeobachtungen von 391 hauptsächlich farbigen Sternen. Kr. 2: 50.
12. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1920—1921.

Varje avhandling säljes särskilt.

De närmast föregående bandens innehåll: se omslagets 2 och 3 sida.

I bokhandeln finnes att tillgå: Innehållsförteckning, systematisk översikt och författareregister till Lunds Universitets Årsskrift [Första följen], Tom. 1—40, utarbetade av P. Sjöbeck. Lund, C. W. K. Gleerup, 1906. Kr. 1: 00.



















SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01357 4611